

日本国特許庁 18.06.2004  
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

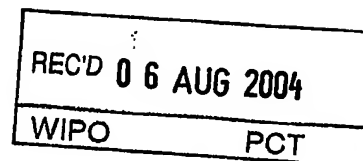
This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出願年月日 2003年 8月18日  
Date of Application:

出願番号 特願2003-207699  
Application Number:

[ST. 10/C]: [JP 2003-207699]

出願人 日本電信電話株式会社  
Applicant(s):

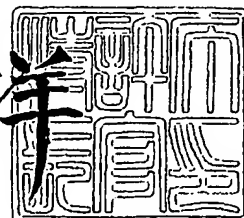


PRIORITY  
DOCUMENT  
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN  
COMPLIANCE WITH RULE 17.1(a) OR (b)

2004年 7月23日

特許庁長官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

小川 洋



【書類名】 特許願

【整理番号】 NTTH156000

【提出日】 平成15年 8月18日

【あて先】 特許庁長官 殿

【国際特許分類】 H04L 12/28

【発明者】

【住所又は居所】 東京都千代田区大手町二丁目 3 番 1 号 日本電信電話株式会社内

【氏名】 永田 健悟

【発明者】

【住所又は居所】 東京都千代田区大手町二丁目 3 番 1 号 日本電信電話株式会社内

【氏名】 熊谷 智明

【発明者】

【住所又は居所】 東京都千代田区大手町二丁目 3 番 1 号 日本電信電話株式会社内

【氏名】 大槻 信也

【発明者】

【住所又は居所】 東京都千代田区大手町二丁目 3 番 1 号 日本電信電話株式会社内

【氏名】 齋藤 一賢

【発明者】

【住所又は居所】 東京都千代田区大手町二丁目 3 番 1 号 日本電信電話株式会社内

【氏名】 相河 聡

【特許出願人】

【識別番号】 000004226

【氏名又は名称】 日本電信電話株式会社

## 【代理人】

【識別番号】 100072718

## 【弁理士】

【氏名又は名称】 古谷 史旺

【電話番号】 3343-2901

## 【手数料の表示】

【予納台帳番号】 013354

【納付金額】 21,000円

## 【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9701422

【ブルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 無線パケット通信方法

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 複数の無線チャネルの利用が可能、もしくは 1 つの無線チャネルに複数の信号を空間分割多重することが可能な 2 つの無線局の間で無線通信を行い、複数のデータパケットを前記無線局同士の間で伝送するための無線パケット通信方法において、

送信を行う無線局が、複数の無線チャネルを同時に使用してもしくは 1 つの無線チャネルに複数の信号を空間分割多重して同時に複数のデータパケットを送信可能な状況では、入力されたデータフレームを保持するバッファ上のデータフレームの数を表すデータフレーム数を検出し、検出されたデータフレーム数及びデータフレームのデータサイズの少なくとも 1 つに基づいて第 1 送信モード又は第 2 送信モードを選択し、

前記第 1 送信モードを選択した場合には、入力された 1 つのデータフレームのデータ領域を分割して形成される複数のデータブロックを用いて、パケットサイズもしくは伝送所要時間に相当するパケット長が互いに同等の複数のデータパケットを生成し、

前記第 2 送信モードを選択した場合には、入力された複数のデータフレームのデータ領域の少なくとも 1 つを分割し、分割されたデータフレームの一部分を他のデータフレームの少なくとも一部分と組み合わせてパケット長が互いに同等の複数のデータパケットを生成し、

生成された複数のデータパケットを同時に送信開始する

ことを特徴とする無線パケット通信方法。

【請求項 2】 請求項 1 の無線パケット通信方法において、検出された前記データフレーム数が 1 の場合には前記第 1 送信モードを選択し、検出された前記データフレーム数が 2 以上の場合には前記第 2 送信モードを選択することを特徴とする無線パケット通信方法。

【請求項 3】 請求項 1 の無線パケット通信方法において、  
検出された前記データフレーム数が 1 の場合には前記第 1 送信モードを選択し

検出された前記データフレーム数が2以上の場合で、かつ複数のデータフレームの組み合わせによって形成されるデータパケットの予想パケットサイズが予め規定されたデータパケットのデータ領域の最大サイズ以内であれば前記第2送信モードを選択し、

検出された前記データフレーム数が2以上の場合で、かつ前記予想パケットサイズが前記最大サイズを超える場合には前記第1送信モードを選択する

ことを特徴とする無線パケット通信方法。

【請求項4】 請求項1の無線パケット通信方法において、送信を行う無線局は、前記バッファ上のデータフレームの各々の宛先を調べて、宛先が同じデータフレームの数を前記データフレーム数として検出することを特徴とする無線パケット通信方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、複数の無線局間で無線媒体を介してデータパケットを伝送する場合に用いられる無線パケット通信方法に関する。

【0002】

【従来の技術】

本発明と関連のある従来技術としては、非特許文献1、非特許文献2及び非特許文献3が知られている。

例えば非特許文献1に示されたような標準規格に準拠する従来の無線パケット通信システムにおいては、使用する無線チャネルを事前に1つだけ決めておき、パケットの送信に先立って当該無線チャネルの空き状況を検出し、チャネルが使用されていなかった場合にのみ1つのパケットを送信する。また、このような制御により1つの無線チャネルを複数の無線局で互いに時間をずらして共用することができる。

【0003】

このような無線パケット通信システムに用いられる従来の無線局は、図17に

示すように送信バッファ、パケット送信制御部、変調器、無線送信部、無線受信部、キャリア検出部、復調器、パケット選択部、アンテナ、ヘッダ付加部及びヘッダ除去部を備えている。

#### 【0004】

送信すべき1つ又は複数のデータフレームからなる送信データフレーム系列は、図17のヘッダ付加部に入力される。実際のデータフレームとしては、例えばイーサネット（登録商標）フレームが用いられる。

ヘッダ付加部は、入力された送信データフレーム系列中の各々のデータフレームのデータ領域から抽出したデータブロックに対して、当該データフレームの宛先となる無線パケット通信装置のID情報を含む制御情報を付加し、図17に示すようなデータパケットを生成する。なお、制御情報には受信側の無線局がデータパケットを受信した際に元のデータフレームに変換するために必要な情報も含まれているものとする。このようなデータパケットで構成されるデータパケット系列が、ヘッダ付加部から出力され送信バッファに入力される。

#### 【0005】

送信バッファは入力された1つ又は複数のデータパケットをバッファリングし、一時的に保持する。

一方、他の無線局が予め定めた1つの無線チャネル（以下、特定無線チャネル）で送信した無線信号は、自局のアンテナで受信され無線受信部に入力される。この無線受信部は、アンテナから入力された無線信号に対して、周波数変換、フィルタリング、直交検波、AD（アナログーデジタル）変換等の受信処理を施す。

#### 【0006】

なお、無線受信部は前記特定無線チャネルに対応する受信処理だけを行う。また、自局のアンテナが送信のために使用されている時を除き、他の無線パケット通信装置が送信したデータパケットの有無とは無関係に、アンテナで受信された無線信号は無線受信部に入力される。従って、無線受信部はデータパケットの有無に合わせて適切な受信処理を行うことができる。

#### 【0007】

前記特定無線チャネルで他の無線パケット通信装置からデータパケットが送信された場合には、自局の無線受信部における受信処理の結果として、受信したデータパケットに対応する複素ベースバンド信号が受信信号として得られる。また、同時に前記特定無線チャネルにおける受信信号の受信電界強度を表すRSSI (Received Signal Strength Indicator) 信号が得られる。

**【0008】**

なお、RSSI 信号は、前記特定無線チャネルでデータパケットが送信されていたか否かとは無関係に無線受信部から出力される。従って、前記特定無線チャネルでデータパケットが送信されていない場合には、前述の複素ベースバンド信号は出力されないが、当該無線チャネルにおけるRSSI 信号が無線受信部から出力される。

**【0009】**

無線受信部から出力される受信信号及びRSSI 信号は、復調器及びキャリア検出部にそれぞれ入力される。

キャリア検出部は、入力されたRSSI 信号によってそれぞれ示される受信電界強度の値と予め定めた閾値とを比較し、受信電界強度の値が閾値よりも小さい場合には前記特定無線チャネルが空き無線チャネルであると判定し、それ以外の場合には前記特定無線チャネルがビジーであると判定する。この判定結果がキャリア検出結果としてキャリア検出部から出力される。

**【0010】**

キャリア検出部から出力されるキャリア検出結果は、パケット送信制御部に入力される。

パケット送信制御部は、入力されたキャリア検出結果を参照し、前記特定無線チャネルが空き状態か否かを認識する。そして、前記特定無線チャネルが空き状態であった場合には、バッファ中の1つのデータパケットを出力することを要求する要求信号を送信バッファに与える。

**【0011】**

送信バッファは、パケット送信制御部からの前記要求信号を受信すると、送信バッファが保持しているデータパケットのうち、送信バッファに入力された時刻

が最も早いデータパケットを取り出してパケット送信制御部に与える。

パケット送信制御部は、送信バッファから入力されたデータパケットを変調器に対して出力する。変調器は、入力されたデータパケットに所定の変調処理を施して無線送信部に出力する。

#### 【0012】

無線送信部は、変調処理後のデータパケットを変調器から入力し、このデータパケットに対してDA（ディジタルーアナログ）変換，周波数変換，フィルタリング，電力増幅等の送信処理を施す。

なお、無線送信部は前述の特定無線チャネルのみに対する送信処理を行う。無線送信部で送信処理されたデータパケットは、アンテナを介して送信される。

#### 【0013】

一方、復調器は、無線受信部から入力された受信信号に対して復調処理を行う。この復調処理の結果として得られるデータパケットは、パケット選択部に与えられる。

パケット選択部は、復調器から入力されたデータパケットが自局に対して送信されたものか否かを識別する。すなわち、このデータパケットには図17に示すような宛先に関するID情報が付加されているので、このID情報が自局と一致するか否かを調べることにより、自局宛のデータパケットとそれ以外とを区別する。

#### 【0014】

パケット選択部は、自局宛に送信されたデータパケットを受信した場合には当該パケットを受信データパケット系列としてヘッダ除去部に出力し、それ以外のパケットを受信した場合には当該パケットを破棄する。

ヘッダ除去部は、パケット選択部から入力された受信データパケット系列の各々のデータパケットに付加されている宛先のID情報を含む制御情報を除去し元のデータフレームに変換し、受信データフレーム系列として出力する。

#### 【0015】

以上に説明したような構成の無線局は、他の無線局（無線パケット通信装置）との間で、予め定めた1つの無線チャネルを介してデータパケットの送受信を行



うことができる。

一方、非特許文献2においては、上述のような無線パケット通信技術において、周波数帯域を拡大することなく最大スループットを更に向上させるために、空間分割多重 (SDM: Space Division Multiplexing) 方式を適用することを提案している。

【非特許文献1】

小電力データ通信システム/広帯域移動アクセスシステム (CSMA) 標準規格、ARIB STD-T71 1.0版、(社)電波産業会、平成12年策定

【非特許文献2】

黒崎ほか、MIMOチャネルにより100Mb/sを実現する広帯域移動通信用SDM-COFDM方式の提案、信学技報、A-P2001-96、RCS 2001-135 (2001-10)

【非特許文献3】

飯塚ほか、IEEE 802.11a準拠 5GHz帯無線LANシステム - パケット伝送特性 -、B-5-124、2000年電子情報通信学会通信ソサイエティ大会、2000年9月

【0016】

【発明が解決しようとする課題】

上述のような無線パケット通信技術において、最大スループットを向上させるための方法としては、変調多値数を増加すること、空間分割多重を適用すること、1チャンネルあたりの周波数帯域幅の拡大により無線区間のデータ伝送速度を高速化することなどが考えられる。

【0017】

しかし、例えば非特許文献3の中でも指摘されているように、パケット衝突回避のためにはパケットの送信直後に無線区間のデータ伝送速度に依存しない一定の送信禁止期間を設ける必要がある。この送信禁止期間を設けると、無線区間のデータ伝送速度が増大するにつれてデータパケットの転送効率 (無線区間のデータ伝送速度に対する最大スループットの比) が低下することになるので、無線区間のデータ伝送速度を上げるだけではスループットの大幅な向上は困難であった

。

#### 【0018】

例えば、各々の無線局に複数の無線通信インタフェースを設ければ、独立した複数の無線回線を同時に形成することができる。そのような場合には、複数の無線チャネルを同時に使用して複数のデータパケットを並列に送信することも可能である。これにより、スループットの大幅な改善も可能になる。

しかしながら、同時に使用する複数の無線チャネルの中心周波数が互いに近接しているような場合には、一方の無線チャネルから他方の無線チャネルが使用している周波数領域へ漏れ出す漏洩電力の影響が大きくなる。

#### 【0019】

また、空間分割多重を適用する場合には、同一の無線チャネルを用いて同時に複数の独立した信号を送信するので、無線局が1つの無線チャネルで1つ以上の信号を送信しているときには、同じ無線局が同じ無線チャネルで受信を行うことはできない。

一般に、データパケットの伝送を行う場合には、送信側の無線局がデータパケットの無線信号を送信した後で、受信側の無線局は受信したデータパケットに対する送達確認パケット (Ack) を送信側の無線局に対して返送する。この送達確認パケットを送信側の無線局が受信しようとする際に、漏洩電力の影響が現れる。

#### 【0020】

例えば、図16において無線チャネル(1)と無線チャネル(2)の中心周波数が互いに近接している場合を想定すると、時刻  $t_3 - t_4$  で無線チャネル(1)に送達確認パケット (Ack(1)) が現れたときに、データパケット(2)を送信中である無線チャネル(2)からの漏洩電力の影響が無線チャネル(1)に現れるので、送信側の無線局は送達確認パケット (Ack(1)) を受信できない可能性が高くなる。このような状況では、同時に複数の無線チャネルを利用したとしてもスループットを改善するのは困難である。

#### 【0021】

一方、無線LANシステムなどにおいてネットワーク(有線LAN)から入力

されるデータフレームのデータサイズは一定でない。従って、入力されるデータフレームを順次にデータパケットに変換して送信する場合には、各データパケットのパケット長も変化する。

#### 【0022】

このため、図16に示すように複数のデータパケットを同時に送信開始した場合であっても、各々のデータパケットの送信所要時間に違いが生じ、各データパケットの送信終了時刻に違いが生じる。従って、送達確認パケットの受信に失敗する可能性が高い。

ところで、IEEE 802.11規格に従って動作する無線LANシステムなどにおいては、有線ネットワークから入力されるデータフレーム（例えばイーサネット（登録商標）フレーム）をMAC（Media Access Control）フレームに変換し、このMACフレームから生成したデータパケットを無線回線に送出している。

#### 【0023】

ところが、従来のシステムでは、1つのデータフレームを1つのMACフレームに変換し、さらにこの1つのMACフレームから1つのデータパケットを生成する。従って、データ領域のデータサイズが小さい1つのデータフレームを1つのMACフレームに変換する場合には、1つのMACフレームでより多くのデータを送信できるにも拘わらず、それよりも小さいサイズのデータしか送信しないことになり、スループットが低下してしまう。

#### 【0024】

また、データフレームとして一般的に用いられているイーサネット（登録商標）フレームでは各データ領域に含まれるデータブロックの最大サイズが1500バイトに制限されているのに対し、IEEE 802.11規格のMACフレームでは各データ領域の最大サイズが2296バイトになっている。

従って、入力されるデータフレームのデータ領域のデータサイズがイーサネット（登録商標）フレームのように常にMACフレームのそれよりも小さい場合には、1つのMACフレームで最大で2296バイトのサイズのデータを送信できるにも拘わらず、常にそれよりも小さいサイズのデータしか送信しないことにな

る。つまり、1つのMACフレームで送信可能な最大のデータサイズを効率的に活用していないので、このような無線通信を行う場合にはスループットの改善が難しい。

#### 【0025】

本発明は、各無線局が複数の無線チャネルを同時に利用できる場合、あるいは空間分割多重を適用して複数の信号を同時に送信できる場合に、送達確認パケットの受信に失敗する確率を減らすとともに効率的なデータパケットの転送が可能な無線パケット通信方法を提供することを目的とする。

#### 【0026】

##### 【課題を解決するための手段】

請求項1は、複数の無線チャネルの利用が可能、もしくは1つの無線チャネルに複数の信号を空間分割多重することが可能な2つの無線局の間で無線通信を行い、複数のデータパケットを前記無線局同士の間で伝送するための無線パケット通信方法において、送信を行う無線局が、複数の無線チャネルを同時に使用してもしくは1つの無線チャネルに複数の信号を空間分割多重して同時に複数のデータパケットを送信可能な状況では、入力されたデータフレームを保持するバッファ上のデータフレームの数を表すデータフレーム数を検出し、検出されたデータフレーム数及びデータフレームのデータサイズの少なくとも1つに基づいて第1送信モード又は第2送信モードを選択し、前記第1送信モードを選択した場合には、入力された1つのデータフレームのデータ領域を分割して形成される複数のデータブロックを用いて、パケットサイズもしくは伝送所要時間に相当するパケット長が互いに同等の複数のデータパケットを生成し、前記第2送信モードを選択した場合には、入力された複数のデータフレームのデータ領域の少なくとも1つを分割し、分割されたデータフレームの一部分を他のデータフレームの少なくとも一部分と組み合わせてパケット長が互いに同等の複数のデータパケットを生成し、生成された複数のデータパケットを同時に送信開始することを特徴とする。

#### 【0027】

請求項1においては、送信用の複数のデータパケットを生成するための方法と

して少なくとも2種類のアルゴリズム（第1送信モード、第2送信モード）が用意しており、何れか1つのアルゴリズムを検出されたデータフレーム数及びデータフレームのデータサイズの少なくとも1つに基づいて自動的に選択するので、状況に応じた最適な処理を実施することができる。

#### 【0028】

例えば、第2送信モードを常時使用すると、送信待ち状態のデータフレーム数が不足するような場合には、必要数のデータフレームが揃うまで待機した後でデータパケットを生成し送信することになるので、送信局における処理の遅延時間が長くなりスループットが低下する可能性が高い。しかし、例えば送信待ち状態のデータフレーム数が1つだけの場合には、自動的に第1送信モードを選択するように制御することにより、送信局における処理の遅延時間を短縮でき、スループットの低下を回避できる。

#### 【0029】

請求項2は、請求項1の無線パケット通信方法において、検出された前記データフレーム数が1の場合には前記第1送信モードを選択し、検出された前記データフレーム数が2以上の場合には前記第2送信モードを選択することを特徴とする。

請求項2においては、検出された前記データフレーム数が1の場合には前記第1送信モードを選択するので、送信局における処理の遅延時間を短縮でき、スループットの低下を回避できる。

#### 【0030】

請求項3は、請求項1の無線パケット通信方法において、検出された前記データフレーム数が1の場合には前記第1送信モードを選択し、検出された前記データフレーム数が2以上の場合で、かつ複数のデータフレームの組み合わせによって形成されるデータパケットの予想パケットサイズが予め規定されたデータパケットのデータ領域の最大サイズ以内であれば前記第2送信モードを選択し、検出された前記データフレーム数が2以上の場合で、かつ前記予想パケットサイズが前記最大サイズを超える場合には前記第1送信モードを選択することを特徴とする。

**【0031】**

請求項3においては、前記予想パケットサイズが前記最大サイズを超える場合には、検出された前記データフレーム数が2以上の場合であっても前記第1送信モードを選択するので、生成する複数のデータパケットのデータサイズを最大サイズ以内に制限できる。

**【0032】**

請求項4は、請求項1の無線パケット通信方法において、送信を行う無線局は、前記バッファ上のデータフレームの各々の宛先を調べて、宛先が同じデータフレームの数を前記データフレーム数として検出することを特徴とする。

請求項4においては、3以上の無線局の間でデータパケットの伝送を行う場合であっても、宛先毎に区別してデータフレームの処理を行い、適切なアルゴリズムを選択できる。

**【0033】**

実際には、前記バッファ上の複数のデータフレームのうち、所定の方法で決定された優先順位に基づいて、優先順位の最も高いデータフレームを基準とし、それと宛先が同じデータフレームの数を検出することが考えられる。また、例えば前記バッファ上の先頭のデータフレームを基準とし、それと宛先が同じデータフレームの数を検出することも考えられる。

**【0034】****【発明の実施の形態】****(第1の実施の形態)**

本発明の無線パケット通信方法の1つの実施の形態について図1～図8及び図15を参照して説明する。この形態は全ての請求項に相当する。

図1は送信処理(1-1)を示すフローチャートである。図2は送信処理(1-2)を示すフローチャートである。図3は第1の実施の形態の無線局の構成を示すブロック図である。図4は受信処理を示すフローチャートである。図5は第1の実施の形態のデータパケットの構成を示す模式図である。図6はフレーム変換の動作例を示す模式図である。図7はフレーム変換の動作例を示す模式図である。図8は無線局の主要部の動作を示すブロック図である。図15は各無線チャ

ネルの利用例を示すタイムチャートである。

#### 【0035】

この形態では、図3に示すように構成された無線局を2つ用いてこれらの無線局の間に無線回線を介してデータパケットを伝送する場合を想定している。勿論、これらの無線局の周囲には、同じ無線チャネルを利用する他の無線局も存在する可能性がある。実際には、例えば無線LANシステムを構成する無線基地局や無線端末をこれらの無線局として想定することができる。

#### 【0036】

図3に示す無線局は、複数の送受信処理部10(1)、10(2)、10(3)、・・・と、データパケット生成部21、送信バッファ22、送信チャネル選択制御部23、パケット振り分け送信制御部24、データフレーム管理部28、パケット順序管理部25、ヘッダ除去部26とを備えている。

送受信処理部10(1)、10(2)、10(3)は、互いに異なる無線チャネルで無線通信を行う。これらの無線チャネルは、互いに無線周波数などが異なっているので、送受信処理部10(1)、10(2)、10(3)が使用する無線回線は互いに独立している。

#### 【0037】

各々の送受信処理部10は、変調器11、無線送信部12、アンテナ13、無線受信部14、復調器15、パケット選択部16及びキャリア検出部17を備えている。1つの無線局に設ける送受信処理部10の数については必要に応じて変更できる。

図3に示す無線局においては、複数の送受信処理部10(1)、10(2)、10(3)を備えているので、同時に複数の無線チャネルを利用して無線通信することができる。

#### 【0038】

データパケット生成部21、送信バッファ22、送信チャネル選択制御部23、パケット振り分け送信制御部24及びデータフレーム管理部28の動作の概略については図8に示された通りである。

送信バッファ22の入力には、送信すべき送信データフレーム系列が入力され

る。この送信データフレーム系列は、1つあるいは複数のデータフレームで構成される。実際に扱うデータフレームとしては、例えばイーサネット（登録商標）フレームなどが想定される。

#### 【0039】

送信バッファ22は、入力されたデータフレームのバッファリングを行い（図8のA1）、データフレーム管理部28からの指示に従ってデータフレームをデータパケット生成部21に出力する（図8のA12）。また、送信バッファ22は保持しているデータフレームに関する各種情報（宛先となる無線局のID、データ領域のデータサイズ、バッファ上の位置を表すアドレス情報）をデータフレーム管理部28に対して逐次通知する（図8のA2）。

#### 【0040】

データフレーム管理部28は、送信バッファ22から通知された情報に基づいて送信バッファ22上のデータフレームに関する各種情報（宛先となる無線局のID、データ領域のデータサイズ、バッファ上の位置を表すアドレス情報）を管理する（図8のA3）。また、データフレーム管理部28はデータフレームの有無を送信チャネル選択制御部23に対して逐次通知し（図8のA4）、バッファ先頭のデータフレームと宛先が同一のデータフレームの情報（データ領域のデータサイズ、データフレーム数、送信バッファ22に入力された順番）をデータパケット生成部21に対して逐次通知する（図8のA5）。

#### 【0041】

また、データフレーム管理部28は、データパケット生成部21からデータフレーム要求を受けると、送信バッファ22に対して指示した数のデータフレームを出力するよう指示を与える（図8のA11）。

送信バッファ22は、データフレームの出力指示が入力された場合、送信バッファ22が保持しているデータフレームのうち、送信バッファ22に入力された時刻が早いデータパケットから順に、指示された数のデータフレームを抽出してデータパケット生成部21に出力するとともに、抽出されたデータフレームを送信バッファ22上から消去する。

#### 【0042】



データパケット生成部 21 は、送信バッファ 22 から入力された各データフレーム（入力データフレーム）に対して例えば図 6 あるいは図 7 に示すようなフレーム変換を行って図 5 に示すようなデータパケットを生成しパケット振り分け送信制御部 24 に出力する（図 8 の A13）。データパケットの生成に用いるデータフレームの数については、データフレーム管理部 28 から通知される情報と後述するパケット振り分け送信制御部 24 から通知される送信データパケットの数とに基づいて決定する（図 8 の A9）。

#### 【0043】

データパケットを生成する際には、データパケット生成部 21 はデータフレーム管理部 28 に対して決定した後のデータフレームを要求し（図 8 の A10）、送信バッファ 22 から出力されるデータフレームを加工してデータパケットを生成する。

図 6 に示す例では、1つの入力データフレームのデータ領域のデータブロック F1 を 2 つに等分割してデータサイズ L1 が同じ 2 つのデータブロック F1 (a), F1 (b) に変換する。また、各々のデータブロックに当該データパケットの宛先となる宛先無線局の ID 情報及びデータパケットの順番を表すシーケンス番号（例えば、宛先毎に独立した連続番号）を含む制御情報を付加し、データパケットを生成している。

#### 【0044】

同様に、次の入力データブロック F2 を 2 つに等分割してデータサイズ L2 が同じ 2 つのデータブロック F2 (a), F2 (b) に変換する。また、各々のデータブロックに当該データパケットの宛先となる宛先無線局の ID 情報及びデータパケットの順番を表すシーケンス番号を含む制御情報を付加し、データパケットを生成している。

#### 【0045】

なお、制御情報には受信側の無線局がデータパケットを受信した際に元のデータフレームに変換するために必要な情報も含まれているものとする。

また、図 7 に示す例では、2つの入力データフレームのデータ領域のデータブロック F1, F2 のうち、F1 を 2 つのデータブロック F1 (a), F1 (b) に分割

し、データブロック F 1 (a) から 1 つのデータパケットを生成し、データブロック F 1 (b) と他方の入力データフレームから抽出したデータブロック F 2 とを連結してもう 1 つのデータパケットを生成している。

#### 【0046】

F 1 を 2 つのデータブロック F 1 (a), F 1 (b) に分割する際には、同時に生成される 2 つのデータパケットのデータサイズ（伝送速度が異なる場合には伝送所要時間）が同一になるように各データブロックのデータサイズを自動的に調整する必要がある。

一方、他の無線局が無線信号を図 3 に示す各送受信処理部 10 (1), 10 (2), 10 (3) の何れかに割り当てられた無線チャネルで送信した場合には、無線信号は該当する送受信処理部 10 のアンテナ 13 で受信され、無線受信部 14 に入力される。

#### 【0047】

予め割り当てられた無線チャネルの無線信号がアンテナ 13 から入力されると、無線受信部 14 は、入力された無線信号に対して、周波数変換、フィルタリング、直交検波及び A/D 変換を含む受信処理を施す。

なお、各送受信処理部 10 (1), 10 (2), 10 (3) の無線受信部 14 は、それぞれ予め割り当てられた無線チャネルに対応する受信処理を行う。また、各送受信処理部 10 (1), 10 (2), 10 (3) の無線受信部 14 には、それぞれに接続されたアンテナ 13 が送信のために使用されていない時には、他の無線局が送信したデータパケットの有無とは無関係に常にアンテナ 13 を介して割り当てられた無線チャネルを含む無線伝搬路上の無線信号が入力されており、無線受信部 14 はデータパケットの有無に合わせて適切な受信処理を行う。

#### 【0048】

割り当てられた無線チャネルでデータパケットが送信されていた場合には、受信した無線信号に対応するベースバンド信号が無線受信部 14 から出力される。また、割り当てられた無線チャネルにおける受信信号の受信電界強度を表す RSSI 信号が無線受信部 14 から出力される。

なお、RSSI 信号は該当する無線チャネルでデータパケットが送信されてい

たか否かとは無関係に、接続されたアンテナ 13 が送信状態でなければ無線受信部 14 から常に出力される。

#### 【0049】

無線受信部 14 から出力される受信信号及び RSSI 信号は、復調器 15 及びキャリア検出部 17 にそれぞれ入力される。

キャリア検出部 17 は、RSSI 信号が入力されると、その信号によって表される受信電界強度の値と予め定めた閾値とを比較する。そして、所定の計算方法で算出される時間の間に渡って連続的に受信電界強度が前記閾値よりも小さい状態が継続すると、割り当てられた無線チャネルが空き無線チャネルであると判定し、それ以外の場合には割り当てられた無線チャネルがビジーであると判定する。この判定結果を各キャリア検出部 17 はキャリア検出結果 CS (1), CS (2), CS (3) として出力する。

#### 【0050】

なお、各送受信処理部 10 において、アンテナ 13 が送信状態である場合にはキャリア検出部 17 には RSSI 信号が入力されない。また、アンテナ 13 が既に送信状態にある場合には、同じアンテナ 13 を用いて他のデータパケットを無線信号として同時に送信することはできない。

従って、各キャリア検出部 17 は RSSI 信号が入力されなかった場合には、割り当てられた無線チャネルがビジーであることを示すキャリア検出結果を出力する。

#### 【0051】

各無線チャネルのキャリア検出部 17 から出力されるキャリア検出結果 CS (1), CS (2), CS (3) は送信チャネル選択制御部 23 に入力される。送信チャネル選択制御部 23 は、これらのキャリア検出結果 CS (1), CS (2), CS (3) と、送信バッファ 22 上のデータフレームの有無とに基づいて、送信するデータパケット数及び送信に使用する無線チャネルを決定する (図 8 の A 6)。

#### 【0052】

また、送信チャネル選択制御部 23 は決定したデータパケット数及びデータパケットの送信に用いる無線チャネルの情報をパケット振り分け送信制御部 24 に

与える（図 8 の A 7）。

パケット振り分け送信制御部 24 は、送信チャネル選択制御部 23 から通知された数のデータパケットを出力するように、データパケット生成部 21 に対して要求する（図 8 の A 8）。

#### 【0053】

この要求に対して、データパケット生成部 21 は要求された数のデータパケットを生成して出力する（図 8 の A 13）。

例えば空き無線チャネル数が 2 以上で、送信バッファ 22 上にデータフレームが存在する場合には、送信チャネル選択制御部 23 は同時に送信するデータパケット数を 2 に決定し、決定した送信データパケット数と同数の互いに異なる複数の無線チャネルを前記空き無線チャネルの中から選択する。そして、その結果をパケット振り分け送信制御部 24 に通知する。

#### 【0054】

パケット振り分け送信制御部 24 は、データパケット生成部 21 から入力された各々のデータパケットを送信チャネル選択制御部 23 から指示された無線チャネルの変調器 11 に対して出力する（図 8 の A 14）。

例えば、送受信処理部 10 (1), 10 (2), 10 (3) にそれぞれ無線チャネル C 1, C 2, C 3 が割り当てられている場合に、3 つの無線チャネル C 1, C 2, C 3 が全て空き無線チャネルであり、送信チャネル選択制御部 23 が 3 つの無線チャネル C 1, C 2, C 3 を全て選択し、データパケット生成部 21 から 3 つのデータパケットが同時に入力された場合には、これらの 3 つのデータパケットをそれぞれ空き無線チャネル C 1, C 2, C 3 に順番に対応付ければよい。

#### 【0055】

このような対応付けの結果、無線チャネル C 1 に対応付けられたデータパケットは送受信処理部 10 (1) 内の変調器 11 に入力され、無線チャネル C 2 に対応付けられたデータパケットは送受信処理部 10 (2) 内の変調器 11 に入力され、無線チャネル C 3 に対応付けられたデータパケットは送受信処理部 10 (3) 内の変調器 11 に入力される。

#### 【0056】

各変調器 11 は、パケット振り分け送信制御部 24 からデータパケットが入力されると、そのデータパケットに対して所定の変調処理を施して無線送信部 12 に出力する。

各無線送信部 12 は、変調器 11 から入力された変調処理後のデータパケットに対して、DA 変換、周波数変換、フィルタリング及び電力増幅を含む送信処理を施す。各無線送信部 12 は、それぞれ予め割り当てられた 1 つの無線チャネルに対応した送信処理を行う。無線送信部 12 によって送信処理が施されたデータパケットは、アンテナ 13 を介して無線信号として送信される。

#### 【0057】

図 3 に示す無線局が行う送信処理の概要について、図 1, 図 2 を参照しながら以下に説明する。なお、図 1 の例では同時に送信するデータパケット数が 2 に限定された場合を想定している。但し、3 以上のデータパケットを同時に送信することも可能である。

ステップ S10 では、利用可能な全ての無線チャネルの中から全ての空き無線チャネルを検索する。実際には、各送受信処理部 10 のキャリア検出部 17 を用いてチャネル毎に無線チャネルの空き状況を検出する。検出した空き無線チャネルの総数を N とする。空き無線チャネルを 1 つだけ検出した場合には図 2 のステップ S31 に進み、2 以上の空き無線チャネルを検出した場合には次のステップ S11 に進む。空き無線チャネルを検出しなかった場合は、ステップ S10 に戻り空き状況の検出を継続する。

#### 【0058】

ステップ S11 では、データパケット生成部 21 が送信バッファ 22 上で送信待ち状態にあるデータフレームのうち、先頭のデータフレームと宛先が同じデータフレームの数 P を送信バッファ 22 から取得する。そして、データフレーム数 P が 1 の場合にはステップ S19 に進み、データフレーム数 P が 2 以上の場合にはステップ S12 に進む。

#### 【0059】

ところで、送信するデータパケットのデータ領域の最大サイズ  $P_{\max}$  は一般に予め規定されている。従って、複数のデータフレームから抽出したデータブロッ

クの切り貼りを行ってデータサイズを調整する場合には、切り貼りによって得られる各データブロックのサイズが前記最大サイズ  $P_{max}$  を超える可能性もある。

そこで、ステップ S 12 では、送信バッファ上の先頭のデータフレーム及びそれと宛先が同じデータフレームの 2 つのデータフレームのデータ領域のデータブロックの切り貼りによって形成される各データブロックの予想データサイズ  $DS1$  を計算し、それを前記最大サイズ  $P_{max}$  と比較する。 $(DS1 > P_{max})$  であればステップ S 19 に進み、 $(DS1 \leq P_{max})$  であればステップ S 13 に進む。

#### 【0060】

ところで、各送受信処理部 10 における情報の伝送速度は予め固定されている場合もあるし、予め定めた複数種類の伝送速度の中から必要に応じて選択可能な場合には、無線回線の品質などを反映して無線チャネル毎に逐次変更される場合もある。

図 1 のステップ S 13 では、空き状態の全ての無線チャネルの中から 2 つの無線チャネルを選択し、これらの無線チャネルの伝送速度が同一か否かを識別する。同一であればステップ S 15 に進み、無線チャネル毎に異なる伝送速度が割り当てられている場合にはステップ S 16 に進む。

#### 【0061】

ステップ S 15 では、送信バッファ上の先頭のデータフレーム及びそれと宛先が同じデータフレームの 2 つのデータフレームのデータ領域のデータブロックの中で、データサイズの大きい方からデータサイズの差分の半分を切り取り、データサイズの短いデータブロックに連結する。そして、切り貼り後に形成される 2 つのデータブロックから 2 つのデータパケットを生成する（図 7 参照）。この処理はデータパケット生成部 21 が行う。

#### 【0062】

ステップ S 16 では、ステップ S 15 及び図 7 と同様に 2 つのデータフレームのデータ領域のデータブロックの切り貼りを行って 2 つのデータパケットを生成するが、伝送所要時間（データサイズ／伝送速度）をほぼ同一にするため、切り貼りするデータブロックのサイズを伝送速度比に合わせて調整する。

ステップ S 17 では、ステップ S 13 で選択した 2 つの無線チャネルを同時に

使用して生成された2つのデータパケットを同時に送信開始する。

【0063】

ここで送信される2つのデータパケットの伝送所要時間はほぼ同じであるので、送信が終了する時刻もほぼ同時になる。例えば、図15に示す時刻 $t_1$ で送信開始されたデータパケット(1)及びデータパケット(2)は時刻 $t_2$ で送信が終了する。従って、2つの送達確認パケットAck(1), Ack(2)が現れる期間( $t_3 - t_4$ )は送信していないので、無線チャネル間で送信電力の漏洩が生じる場合であっても、これらの送達確認パケットAck(1), Ack(2)を確実に受信できる。

【0064】

なお、同時に送信する複数のデータパケットのデータサイズが互いに等しくない場合には、パケットサイズの差に相当する分だけデータパケット(1)及びデータパケット(2)の送信が完了する時刻が異なることになるため、Ack(1)及びAck(2)を受信するタイミングにもパケットサイズの差に相当する分だけ差が生じることになる。しかしながら、データパケット(1)及びデータパケット(2)のパケットサイズの差が十分に小さく、各々のデータパケットの送信完了時刻の差が、データパケットの送信完了時からAckの受信を開始するまでの時間よりも短ければ、送信電力の漏れの影響を受けることなくAck(1), Ack(2)を受信できる。

【0065】

従って、例えばステップS15においてデータパケット生成部21が1個のデータフレームをパケットサイズの差が前述のように十分小さくなるように分割しても良い。

また、同時に使用する複数の無線チャネルの伝送速度が同じでない場合には、図1のステップS16でサイズの比が伝送速度比と同じ複数のデータパケットが生成されるので、これらのデータパケットを同時に送信開始すると、同時刻に送信が終了する。

【0066】

従って、この場合も送信側の無線局は隣接する無線チャネルからの干渉を受け

ることなく各々のデータパケットに対する送達確認パケット A c k を受け取ることができる。

一方、ステップ S 1 1 で検出したデータフレーム数  $P$  が 1 の場合、あるいはステップ S 1 2 で予想データサイズ  $DS1$  が ( $DS1 > P_{max}$ ) の場合には、ステップ S 1 9 で利用可能な全ての無線チャネルの伝送速度が同一か否かを識別する。同一の場合にはステップ S 2 1 に進み、無線チャネル毎に伝送速度が異なる場合にはステップ S 2 2 に進む。

#### 【0067】

ステップ S 2 1 では、同時に送信可能なデータパケット数  $X$  ( $X \leq N$ ) を調べて、データパケット生成部 2 1 が 1 個のデータフレームのデータ領域のデータブロックを  $X$  個に等分割して  $X$  個のデータブロックを生成する。

例えば 2 つの無線チャネルが空き状態であれば、2 個のデータパケットを同時に送信できるので、図 6 に示すように 1 個のデータフレームのデータ領域を等分割して 2 個のデータブロックを生成すればよい。

#### 【0068】

ステップ S 2 2 では、長さの比が同時に使用する複数の無線チャネルの伝送速度比と同じ  $X$  個のデータブロックをデータパケット生成部 2 1 が 1 個のデータフレームのデータ領域のデータブロックの分割により生成する。

例えば、2 つの無線チャネルが空き状態である場合に、それらの伝送速度が 1 2 M b p s , 6 M b p s であれば、長さの比が 2 : 1 の 2 つのデータブロックを 1 個のデータフレームから生成すればよい。

#### 【0069】

ステップ S 2 3 では、ステップ S 2 1 , S 2 2 で生成された各データブロックに所定の制御情報を付加して  $X$  個のデータパケットを生成する。

ステップ S 2 4 では、 $X$  個の空き無線チャネルを同時に使って、 $X$  個のデータパケットを同時に送信開始する。

一般的に、受信側の無線局はデータパケットを受信すると、送達確認パケット A c k を返送する。送信側の無線局は、送達確認パケット A c k を受け取ると送信を完了し、図 1 のステップ S 1 8 からステップ S 1 0 の処理に戻り、次のパケ



ット送信に備える。

#### 【0070】

一方、空き状態の無線チャネル数 $N$ が1の場合には、図2に示すステップS31に進み、送信バッファ22上の先頭のデータフレームと宛先が同じデータフレームの数 $P$ を取得する。そして、データフレーム数 $P$ が1の場合にはステップS35に進み、データフレーム数 $P$ が2以上の場合にはステップS32に進む。

#### 【0071】

ステップS32では、ステップS31で検出した $P$ 個のデータフレームのうち複数個のデータフレームのデータ領域から抽出した複数のデータブロックを連結する場合に予想されるデータサイズ $DS2$ を計算し、その結果を前記最大サイズ $P_{max}$ と比較する。 $(DS2 > P_{max})$ であればステップS35に進み、 $(DS2 \leq P_{max})$ であればステップS33に進む。

#### 【0072】

なお、ここではデータフレームのデータ領域の最大サイズ $F_{max}$ が $P_{max}$ よりも小さい場合を想定している。また、ステップS32では最大サイズ $P_{max}$ 以内でデータサイズ $DS2$ が最大の1つのデータブロックを構成するために用いるデータフレームの数 $Y$ を検出する。

ステップS33では、ステップS31で検出した宛先が同じ $P$ 個のデータフレームの中で、送信バッファ22上の先頭から $Y$ 個の複数のデータフレームを選択し、これらの各データ領域から抽出した複数のデータブロックを連結する。これにより、データサイズ $DS2$ が最大サイズ $P_{max}$ 以内の1つのデータブロックが形成される。

#### 【0073】

ステップS34では、ステップS33で形成された1つのデータブロックに所定の制御情報を付加して1個のデータパケットを生成する。

ステップS33、S34では複数のデータフレームから抽出した複数のデータブロックを連結してデータサイズ $DS2$ が最大サイズ $P_{max}$ 以内の1つのデータブロックに変換してからデータパケットを生成するので、各々のデータパケットのデータ領域を効率的に利用することができ、各々のデータパケットで実際に伝

送される情報量を増やすことができる。これにより、実効スループットが改善される。

#### 【0074】

ステップS31で取得したデータフレーム数Pが1の場合、又はステップS32で求められた予想データサイズDS2が最大サイズP<sub>max</sub>を超えた場合には、ステップS35に進み、送信バッファ22上の先頭の1個のデータフレームから1個のデータパケットを生成する。

ステップS36では、1個の空き無線チャネルを使い、ステップS34、S35で生成された1個のデータパケットを送信開始する。そして図1のステップS18に進む。

#### 【0075】

一方、図3に示す無線局が無線信号の受信を行う場合には、各送受信処理部10の復調器15は、無線受信部14から入力される受信信号に対してそれぞれ復調処理を行う。復調処理の結果として得られるデータパケットはパケット選択部16に入力される。

パケット選択部16は、入力されたデータパケットが自局に対して送信されたものか否かを識別する。すなわち、各データパケットには図5に示すようにヘッダとして宛先無線局のIDが含まれているので、そのIDが自局と一致するか否かを調べることにより、各データパケットが自局宛か否かを識別できる。

#### 【0076】

パケット選択部16に入力されたデータパケットが自局に対して送信されたものであった場合には、パケット選択部16は当該パケットをパケット順序管理部25に出力する。また、自局宛でないパケットを検出した場合には、パケット選択部16は当該パケットを破棄する。

パケット順序管理部25は、入力された各データパケットに付加されているシーケンス番号（図5参照）を調べ、受信した複数のデータパケットの並びを適切な順番、すなわちシーケンス番号順に並べ替える。その結果を受信データパケット系列としてヘッダ除去部26に出力する。

#### 【0077】

ヘッダ除去部 26 は、入力された受信データパケット系列に含まれている各々のデータパケットからヘッダ部分、すなわちシーケンス番号及び宛先無線局の ID を含む制御情報を除去して元のデータフレームに変換し、受信データフレーム系列として出力する。

#### 【0078】

図 3 に示す無線局における受信処理の概略は図 4 に示すとおりである。

図 4 のステップ S 221 では、全ての送受信処理部 10 で受信可能な複数（送受信処理部 10 の数と同数）の無線チャネルのそれぞれについて、データパケットの受信処理を実行する。パケットを受信した場合には、ステップ S 222 でデータパケットに含まれている宛先無線局の ID を参照し、自局宛のパケットか否かを識別する。

#### 【0079】

自局宛のデータパケットを受信した場合にはステップ S 223 でそのデータパケットの処理を実行し、自局宛でないデータパケットを受信した場合にはステップ S 224 でそのデータパケットを破棄する。

ステップ S 222, S 223, S 224 については、受信したデータパケットのそれぞれについて実行する。

#### 【0080】

以上のように、図 1, 図 2 に示す送信処理を実行することにより、空き状態の無線チャネル数  $N$ , データフレーム数  $P$  及び各データフレームのデータ領域のデータサイズに応じて送信用のデータパケットを生成するためのアルゴリズムが複数種類の中から自動的に選択される。すなわち、状況に応じて適切なアルゴリズムが自動的に選択されるので、無線チャネルの空き状況や入力されるデータフレームの状況が変化した場合であってもスループットの改善が可能になる。

#### 【0081】

なお、この形態ではバッファに入力された時刻が最も早いデータフレームを最初に送信することを想定しているが、例えば QoS をサポートするシステムのようにバッファ上のデータフレームに対して別途定める条件により送信の優先順位を付与するようなシステムも存在する。このようなシステムでは、バッファ上の

各データフレームに付与された優先順位に従い、例えば優先順位が最も高いデータフレームを基準とし、それと宛先が同じデータフレームを送信対象あるいは送信候補として選択すればよい。

#### 【0082】

(第2の実施の形態)

本発明の無線パケット通信方法のもう1つの実施の形態について、図9～図14を参照して説明する。

図9は送信処理(2)を示すフローチャートである。図10は送信用データパケット生成処理(1-1)を示すフローチャートである。図11は送信用データパケット生成処理(1-2)を示すフローチャートである。図12はフレーム変換の動作例を示す模式図である。図13は空間分割多重を行う通信装置の構成例を示すブロック図である。図14は送信処理(3)を示すフローチャートである。

#### 【0083】

この形態は第1の実施の形態の変形例である。

この形態では、図3に示す無線局と同様に、無線チャネル毎に独立した複数の送受信処理部10を備える無線局を2つ用いてこれらの無線局の間で無線回線を介してデータパケットを伝送する場合を想定している。また、図示しないがこの形態では各送受信処理部10に、公知の空間分割多重技術(非特許文献2参照)を実現するための機能要素(例えば図13に示す要素)が付加されている。

#### 【0084】

空間分割多重技術を採用することにより、各々の無線チャネルで同時に複数の独立した無線信号を伝送することができる。空間分割多重を行う通信装置の構成及び動作について、図13を参照しながら説明する。

なお、図13に示す通信装置においては、空間分割多重(SDM)と符号化COFDM(Coded OFDM)とを組み合わせた構成になっている。

#### 【0085】

図13に示す送信局50は、畳み込み符号化部51、マッピング処理部52、SDM-COFDM用プリアンプル作成部53、IFFT処理部54、無線送信

部 55 及びアンテナ 56 を備えている。また、畳み込み符号化部 51, マッピング処理部 52, IFFT 処理部 54, 無線送信部 55 及びアンテナ 56 はそれぞれ多重数に対応する数だけ備わっている。

#### 【0086】

また、図 13 に示す受信局 60 は、アンテナ 61, 無線受信部 62, FFT 処理部 63, 伝達係数推定部 64, 混信補償処理部 65, 重み係数推定部 66, 乗算部 67, デマッピング処理部 68 及びビタビ復号器 69 を備えている。また、アンテナ 61, 無線受信部 62, FFT 処理部 63, 乗算部 67, デマッピング処理部 68 及びビタビ復号器 69 はそれぞれ多重数に対応する数だけ備わっている。

#### 【0087】

例えば図 13 において、送信側のアンテナ 56 (1) から送信される無線信号は、受信側の 2 つのアンテナ 61 (1), 61 (2) でそれぞれ受信される。また、送信側のアンテナ 56 (2) から送信される無線信号は、受信側の 2 つのアンテナ 61 (1), 61 (2) でそれぞれ受信される。

送信側のアンテナ 56 (1) から出力される無線信号とアンテナ 56 (2) から出力される無線信号とは、互いに周波数などが同一の無線チャネルで送信される。

#### 【0088】

従って、受信側のアンテナ 61 (1) は同一の無線チャネルで、送信側のアンテナ 56 (1) から送信された無線信号とアンテナ 56 (2) から送信された無線信号とを同時に受信する。また、受信側のアンテナ 61 (2) も同一の無線チャネルで、送信側のアンテナ 56 (1) から送信された無線信号とアンテナ 56 (2) から送信された無線信号とを同時に受信する。

#### 【0089】

一般的な通信においては、同一の無線チャネルで複数の無線信号が同時に送信されるとそれらが互いに混信を発生することになり、いずれの無線信号も正しく受信することができない。

ところが、図 13 に示すように送信側の複数のアンテナ 56 (1), 56 (2) の間隔が十分に大きく、受信側の複数のアンテナ 61 (1), 61 (2) の間隔も十分に大

きい場合には、アンテナ 56 (1) から送信されてアンテナ 61 (1) で受信される無線信号の伝搬経路とアンテナ 56 (2) から送信されてアンテナ 61 (1) で受信される無線信号の伝搬経路との間、並びにアンテナ 56 (1) から送信されてアンテナ 61 (2) で受信される無線信号の伝搬経路とアンテナ 56 (2) から送信されてアンテナ 61 (2) で受信される無線信号の伝搬経路との間には十分に大きな経路差が生じる。

#### 【0090】

従って、送信側のアンテナ 56 (1) から送信されて受信側の各アンテナ 61 (1) , 61 (2) に届く無線信号に関する伝達係数と、送信側のアンテナ 56 (2) から送信されて受信側の各アンテナ 61 (1) , 61 (2) に届く無線信号に関する伝達係数との間には大きな違いが生じる。

そこで、同じ無線チャネルで同時に送信された複数の無線信号を、それらの間の伝達係数の違いに対応する受信側のデジタル信号処理によって互いに分離することが可能になる。このため、例えば図 13 に示すように送信側に 2 つのアンテナ 56 (1) , 56 (2) を設ける場合には、1 つの無線チャネルに 2 つの独立した無線信号を多重化して送信することが可能になる。

#### 【0091】

図 13 に示す例では、送信局 50 に設けられた 2 つの畳み込み符号化部 51 (1) , 51 (2) のそれぞれの入力に、1 つの無線チャネルで多重化して送信する複数の送信信号 CH (1) , CH (2) が入力される。各畳み込み符号化部 51 は、入力される送信信号に対して畳み込み符号化を行う。

図 13 に示す通信装置においては、データパケットとして無線信号を伝送する。各々のデータパケットには、SDM-COFDM 用プリアンブル作成部 53 の作成した SDM-COFDM 用プリアンブルがマッピング処理部 52 で付加される。このプリアンブルは、受信側で伝達係数の推定に利用される。

#### 【0092】

また、マッピング処理部 52 は変調方式に応じて複数のサブキャリアに対する信号のマッピングを行う。マッピング処理部 52 から出力された信号は、IFFT 処理部 54 で逆フーリエ変換処理を施され、周波数領域から時間領域の信号に

変換された後、無線送信部 55 で変調され OFDM (Orthogonal Frequency Division Multiplexing: 直交周波数分割多重) の無線信号として何れかのアンテナ 56 から送信される。

#### 【0093】

無線送信部 55 (1) が生成する無線信号と無線送信部 55 (2) が生成する無線信号とは同一の無線チャネルに割り当てられる。従って、送信信号 CH (1) から生成されアンテナ 56 (1) から送信される無線信号と送信信号 CH (2) から生成されアンテナ 56 (2) から送信される無線信号とは同時に同じ無線チャネルに送出される。

受信局 60 のアンテナ 61 (1) は送信側のアンテナ 56 (1) から送信された無線信号とアンテナ 56 (2) から送信された無線信号とをそれらが互いに干渉している状態で同時に同じ無線チャネルで受信する。また、アンテナ 61 (2) も送信側のアンテナ 56 (1) から送信された無線信号とアンテナ 56 (2) から送信された無線信号とを同時に同じ無線チャネルで受信する。

#### 【0094】

アンテナ 61 (1) 及び無線受信部 62 (1) が受信する無線チャネルとアンテナ 61 (2) 及び無線受信部 62 (2) が受信する無線チャネルとは同一のチャネルであり、アンテナ 56 (1)、56 (2) から送信される無線信号のチャネルと同一である。

各々のアンテナ 61 (1)、61 (2) で受信された無線信号は、それぞれ無線受信部 62 (1)、62 (2) でベースバンド信号に変換され、FFT 処理部 63 (1)、63 (2) でフーリエ変換処理され、時間領域から周波数領域の信号に変換された後、サブキャリア毎に復調される。すなわち、サブキャリア毎に分離された信号が各 FFT 処理部 63 の出力に得られる。

#### 【0095】

一方、伝達係数推定部 64 は受信したデータパケットに含まれている SDM-COFDM 用プリアンプルを用いて、アンテナ 56 (1) - アンテナ 61 (1) 間の伝達係数と、アンテナ 56 (2) - アンテナ 61 (1) 間の伝達係数と、アンテナ 56 (1) - アンテナ 61 (2) 間の伝達係数と、アンテナ 56 (2) - アンテナ 61 (2) 間の伝達係数とを求め、それらを含む伝達係数行列の逆行列を求める。

## 【0096】

混信補償処理部65は、伝達係数推定部64の求めた逆行列を用いて、各FFT処理部63の出力に得られる受信サブキャリア信号から、アンテナ56(1)で送信された無線信号に対応する送信サブキャリア信号と、アンテナ56(2)で送信された無線信号に対応する送信サブキャリア信号とを互いに分離して求める。

図13の通信装置においては、混信補償処理部65における干渉補償により受信サブキャリア信号の信号振幅は一定になるので、軟判定ビタビ復号への尤度情報が一定になる。従って、軟判定ビタビ復号の誤り訂正効果を十分に利用しているとはいえない。

## 【0097】

そこで、尤度情報を得るため、重み係数推定部66は多重された各信号のSNRに基づく振幅重み係数を伝達係数推定部64の推定した前記逆行列から推定する。

各乗算部67(1)、67(2)は、混信補償処理部65で干渉補償された各受信サブキャリア信号に、重み係数推定部66が求めた振幅重み係数を乗算する。

## 【0098】

また、多重化された各無線信号から生成された各受信サブキャリア信号は、同期検波された後、変調方式に応じてデマッピング処理部68でマッピングの逆の処理を受け、復調出力としてビタビ復号器69に入力される。

ビタビ復号器69は、軟判定ビタビ復号処理を行って受信信号の誤り訂正を行う。なお、図13に示す通信装置の具体的な動作原理については、非特許文献2に開示されている。

## 【0099】

この形態では、本発明の実施に用いる各無線局が、同時に利用可能な複数の無線チャネルのそれぞれについて、図13に示すような送信局50の各構成要素及び受信局60の各構成要素を備えていることを想定している。

このため、例えば各無線局が3つの送受信処理部10を備えている場合に、1つの無線チャネルあたり2つの無線信号を空間分割多重することを想定すると、 $(3 \times 2)$  個の無線信号を同時に伝送することが可能になる。



## 【0100】

この形態の各無線局は、送信処理として図9に示すような動作を行う。なお、図9においては無線チャネルあたりの空間分割多重数が $L$ であり、検出された空き状態の無線チャネル数が $N$ であり、使用する無線チャネル数が $N^2$ である場合に、同時に送信開始するデータパケット数 $X$ は( $X \leq N^2 \cdot L$ )で表される。但し、( $N^2 \leq N$ )である。

## 【0101】

また、図9におけるステップS44, S51の処理の内容は図10, 図11に示されている。受信処理については第1の実施の形態と同様である。

図9に示す送信処理について以下に説明する。

ステップS40では、利用可能な全ての無線チャネルの中から全ての空き無線チャネルを検索する。実際には、各送受信処理部10のキャリア検出部17を用いてチャネル毎に無線チャネルの空き状況を検出する。検出した空き無線チャネルの総数を $N$ とする。空き無線チャネルを1つだけ検出した場合にはステップS49に進み、2以上の空き無線チャネルを検出した場合には次のステップS42に進む。

## 【0102】

ステップS42では、データパケット生成部21が送信バッファ22上で送信待ち状態にあるデータフレームのうち、先頭のデータフレームと宛先が同じデータフレームの数 $P$ を送信バッファ22から取得する。そして、データフレーム数 $P$ が1の場合にはステップS45に進み、データフレーム数 $P$ が2以上の場合にはステップS43に進む。

## 【0103】

ステップS45, S46, S47, S48では、図1のステップS19, S21, S22, S23と同様の処理を行う。

すなわち、ステップS45では利用可能な全ての無線チャネルの伝送速度が同一か否かを識別し、同一の場合にはステップS46に進み、無線チャネル毎に伝送速度が異なる場合にはステップS47に進む。

## 【0104】

ステップS46では、同時に送信可能なデータパケット数 $X$  ( $X \leq N2 \cdot L$ )を調べて、データパケット生成部21が1個のデータフレームのデータ領域を $X$ 個に等分割して $X$ 個のデータブロックを生成する。

例えば、空間分割多重数 $L$ が2で、2つの無線チャンネルが空き状態であれば、4個のデータパケットを同時に送信できるので、1個のデータフレームのデータ領域のデータブロックを等分割して4個のデータブロックを生成すればよい。

#### 【0105】

ステップS47では、データサイズの比が同時に使用する複数の無線チャンネルの伝送速度比と同じ $X$ 個のデータブロックをデータパケット生成部21が1個のデータフレームのデータ領域のデータブロックの分割により生成する。

ステップS48では、ステップS46、S47で生成された各データブロックに所定の制御情報を付加して $X$ 個のデータパケットを生成する。

#### 【0106】

一方、ステップS42で検出したデータフレーム数 $P$ が2以上の場合にはステップS43で $N$ 個の空き無線チャンネルの中から $N2$ 個の無線チャンネルを選択し、次のステップS44に進む。

ステップS44の送信用データパケット生成処理について、図10、図11を参照して説明する。なお、ステップS51もこれと同様である。

#### 【0107】

図10のステップS112では変数 $K$ を0に初期化する。

次のステップS113では、使用する空き無線チャンネルの伝送速度が同一か否かを識別する。同一であればステップS114に進み、無線チャンネル毎に異なる伝送速度が割り当てられている場合には図11のステップS131に進む。

ステップS114では、この後で生成するデータ系列の最大サイズ $D_{max}$ を決定する。すなわち、事前に決定されたデータパケットのデータ部の最大サイズ $P_{max}$ と空間分割多重数 $L$ とを用いて( $P_{max} \cdot N2 \cdot L$ )の計算結果をデータ系列の最大サイズ $D_{max}$ に決定する。

#### 【0108】

ステップS115では、変数 $K$ を更新する。

ステップS116では、送信バッファ22上から先頭のデータフレーム（最も早い時刻に入力されたフレーム）と宛先が同一のK個のデータフレーム（先頭のデータフレームを含む）を順番に集める。また、集めたK個のデータフレームのデータ領域に関するデータサイズの合計を $D_{sum}(K)$ として求める。

#### 【0109】

ステップS117では、 $D_{sum}(K)$ と $D_{max}$ とを比較する。また、ステップS118では変数KとPとを比較する。Pは送信バッファ22上の先頭フレームと宛先が同じデータフレーム（先頭フレームを含む）の数である。

$(D_{sum}(K) \leq D_{max})$  が成立する間はステップS117からS118に進む。また、 $(K < P)$  が成立する間はステップS118からS115に戻る。従って、 $(D_{sum}(K) \leq D_{max})$  かつ  $(K < P)$  が成立する間はステップS115、S116の処理を繰り返す。そして、 $(D_{sum}(K) > D_{max})$  になるとステップS117からS119に進み、 $(D_{sum}(K) > D_{max})$  になる前に  $(K = P)$  になるとステップS118からS121に進む。

#### 【0110】

ステップS119では、ステップS116で集めたK個のデータフレームのうち、 $(K-1)$  個のデータフレームの各々のデータ領域を抽出して順番に連結し、一連のデータ系列を生成する。

例えば、 $(K-1)$  個のデータフレームが図12に示す3つの入力データフレームであった場合には、それらから抽出した3つのデータブロックB1、B2、B3を順番に連結したものがステップS119のデータ系列となる。

#### 【0111】

ステップS120では次の計算を行って $D_c$ 、 $D_f$ の値を求める。

$$D_c = \text{ceil} (D_{sum}(K-1) / N2 / L)$$

$$D_f = \text{floor} (D_{sum}(K-1) / N2 / L)$$

$\text{ceil}(x)$  は $x$ 以上の最小の整数（切り上げ）を表し、 $\text{floor}(x)$  は $x$ 以下の最大の整数（切り下げ）を表す。

#### 【0112】

一方、ステップS121では、ステップS116で集めたK個のデータフレー

ムの各々のデータ領域を抽出して順番に連結し、一連のデータ系列を生成する。  
例えば、K個のデータフレームが図12に示す3つの入力データフレームであった場合には、それらから抽出した3つのデータブロックB1, B2, B3を順番に連結したものがステップS121のデータ系列となる。

#### 【0113】

ステップS122では次の計算を行ってDc, Dfの値を求める。

$$Dc = \text{ceil} (D_{\text{sum}}(K) / N2 / L)$$

$$Df = \text{floor} (D_{\text{sum}}(K) / N2 / L)$$

ステップS123では、ステップS119又はS121で生成したデータ系列を、先頭から順に各々のデータサイズがDc又はDfと一致する( $N2 \cdot L$ )個のデータブロックに分割する。

#### 【0114】

例えば、図12に示す3つのデータブロックB1, B2, B3の連結によりステップS119又はS121でデータ系列が生成された場合に、使用する無線チャネル数N2が1であり、空間分割多重数Lが2であった場合には、4000バイトのデータ系列が2分割され、2000バイトの1つのデータブロック(図12のB1+B2(a))と2000バイトのもう1つのデータブロック(図12のB2(b)+B3)とがステップS123で形成される。

#### 【0115】

ステップS124では、S123で形成された複数のデータブロックのデータサイズが全て同一か否かを調べる。同一でない場合には、ステップS125でデータブロック毎に、データサイズがDfになるように必要に応じてダミーデータを付加する。

ステップS126では、ステップS123で生成され必要に応じてステップS125でサイズ統一処理された各データブロックに所定の制御情報を付加して、データサイズが同一の( $N2 \cdot L$ )個のデータパケットを生成する。

#### 【0116】

一方、使用する空き無線チャネル毎に伝送速度が異なる場合には、図11のステップS131に進み、各無線チャネルの伝送速度( $R(1), R(2), \dots, R$

(N) の中の最大値を最大伝送速度  $R_{high}$  に定める。

次のステップ S 1 3 2 では、生成するデータ系列の最大サイズ  $D_{max}$  を決定する。すなわち、事前に決定されたデータパケットのデータ部の最大サイズ  $P_{max}$  と  $(R(i)/R_{high})$  の ( $i = 1 \sim N2$ ) の範囲の総和  $M$  と空間分割多重数  $L$  とを用いて  $(P_{max} \cdot M \cdot L)$  の計算結果をデータ系列の最大サイズ  $D_{max}$  に決定する。

【0117】

ステップ S 1 3 3 では、変数  $K$  を更新する。

ステップ S 1 3 4 では、送信バッファ 2 2 上から先頭のデータフレーム（最も早い時刻に入力されたフレーム）と宛先が同一の  $K$  個のデータフレーム（先頭のデータフレームを含む）を順番に集める。また、集めた  $K$  個のデータフレームのデータ領域に関するデータサイズの合計を  $D_{sum}(K)$  として求める。

【0118】

ステップ S 1 3 5 では、 $D_{sum}(K)$  と  $D_{max}$  とを比較する。また、ステップ S 1 3 6 では変数  $K$  と  $P$  とを比較する。 $P$  は送信バッファ 2 2 上の先頭フレームと宛先が同じデータフレーム（先頭フレームを含む）の数である。

$(D_{sum}(K) \leq D_{max})$  が成立する間はステップ S 1 3 5 から S 1 3 6 に進む。また、 $(K < P)$  が成立する間はステップ S 1 3 6 から S 1 3 3 に戻る。従って、 $(D_{sum}(K) \leq D_{max})$  かつ  $(K < P)$  が成立する間はステップ S 1 3 3, S 1 3 4 の処理を繰り返す。そして、 $(D_{sum}(K) > D_{max})$  になるとステップ S 1 3 5 から S 1 3 7 に進み、 $(D_{sum}(K) > D_{max})$  になる前に  $(K = P)$  になるとステップ S 1 3 6 から S 1 3 9 に進む。

【0119】

ステップ S 1 3 7 では、ステップ S 1 3 4 で集めた  $K$  個のデータフレームのうち、 $(K-1)$  個のデータフレームの各々のデータ領域を抽出して順番に連結し、一連のデータ系列を生成する。

ステップ S 1 3 8 では、 $(1 \leq j \leq N2)$  の範囲内の全ての整数  $j$  について以下の計算を行って  $D_c(j)$ ,  $D_f(j)$  を求める。

【0120】

$$Dc(j) = ceil(Dsum(K-1) \cdot R(j) / \sum R(i))$$

$$Df(j) = floor(Dsum(K-1) \cdot R(j) / \sum R(i))$$

つまり、無線チャネル(j)毎に伝送速度 $R(j)$ に応じた値 $Dc(j)$ 、を $Df(j)$ を求める。なお、 $\sum R(i)$ は( $i=1 \sim N2$ )の範囲内の $R(i)$ に関する総和である。

#### 【0121】

一方、ステップS139では、ステップS134で集めたK個のデータフレームの各々のデータ領域を抽出して順番に連結し、一連のデータ系列を生成する。

ステップS140では、( $1 \leq j \leq N2$ )の範囲内の全ての整数jについて以下の計算を行って $Dc$ 、 $Df$ を求める。

$$Dc(j) = ceil(Dsum(K) \cdot R(j) / \sum R(i))$$

$$Df(j) = floor(Dsum(K) \cdot R(j) / \sum R(i))$$

なお、 $\sum R(i)$ は( $i=1 \sim N2$ )の範囲内の $R(i)$ に関する総和である。

#### 【0122】

ステップS141では、ステップS137又はS139で生成したデータ系列を、先頭から順に各々のデータサイズが $Dc(j)$ 又は $Df(j)$ と一致するN2個のデータブロックに分割する。j番目のデータブロックはデータサイズが $Dc(j)$ 又は $Df(j)$ になり、伝送速度が $R(j)$ の空き無線チャネルに対応付けられる。ここでは、j番目のデータブロックのデータサイズを $D(j)$ で表す。

#### 【0123】

次のステップS149では、ステップS141で生成されたj番目の各データブロックを( $floor(D(j)/L)$ )又は( $ceil(D(j)/L)$ )のデータブロックに更に分割する。

ステップS142では、ステップS149で生成された各データブロックに所定の制御情報を付加してパケット長(伝送所要時間)が同一の( $N2 \cdot L$ )個のデータパケットを生成する。また、必要に応じて各データブロックにダミーデータを付加し、パケット長を揃える。

#### 【0124】

ステップS142を実行する場合には、無線チャネル毎に伝送速度 $R(i)$ が独

立しているが、各無線チャネルの送信に割り当てられるデータパケットのデータサイズが伝送速度  $R(i)$  の比に合わせてステップ S141 で調整されるので、各データパケットの伝送所要時間は同一になる。

従って、ステップ S142 で生成された  $(N2 \cdot L)$  個のデータパケットを同時刻に送信開始すると、前記伝送所要時間を経過した後の同一時刻に  $(N2 \cdot L)$  個のデータパケットの送信が終了する。

#### 【0125】

なお、同時に 1 つの無線チャネルだけを使用し、空間分割多重を用いて複数のデータパケットを同時に送信する場合には、図 9 に示す送信処理の代わりに、図 14 に示すように簡略化された送信処理を実行すればよい。

図 14 の送信処理においては、同時に送信開始するデータパケット数  $X$  は、空間分割多重数  $L$  以下の数に決定される。なお、図 14 において図 9 と対応する処理には同一を番号を付けて示してある。

#### 【0126】

図 14 のステップ S41, S49, S50, S51, S53 の内容については図 9 と同様である。ステップ S52B では、1 個の空き無線チャネルを使い、空間分割多重により  $X$  個のデータパケットを同時に送信開始する。

#### 【0127】

##### 【発明の効果】

以上のように、本発明によれば送信用のデータパケットを生成する際に利用するアルゴリズムを検出されたデータフレーム数、空き状態の無線チャネル数及びデータフレームのデータサイズの少なくとも 1 つに基づいて複数種類の中から自動的に選択するので通信状態に適したアルゴリズムを用いてスループットを改善することが可能になる。

##### 【図面の簡単な説明】

##### 【図 1】

送信処理 (1-1) を示すフローチャートである。

##### 【図 2】

送信処理 (1-2) を示すフローチャートである。

**【図 3】**

第 1 の実施の形態の無線局の構成を示すブロック図である。

**【図 4】**

受信処理を示すフローチャートである。

**【図 5】**

第 1 の実施の形態のデータパケットの構成を示す模式図である。

**【図 6】**

フレーム変換の動作例を示す模式図である。

**【図 7】**

フレーム変換の動作例を示す模式図である。

**【図 8】**

無線局の主要部の動作を示すブロック図である。

**【図 9】**

送信処理（2）を示すフローチャートである。

**【図 1 0】**

送信用データパケット生成処理（1-1）を示すフローチャートである。

**【図 1 1】**

送信用データパケット生成処理（1-2）を示すフローチャートである。

**【図 1 2】**

フレーム変換の動作例を示す模式図である。

**【図 1 3】**

空間分割多重を行う通信装置の構成例を示すブロック図である。

**【図 1 4】**

送信処理（3）を示すフローチャートである。

**【図 1 5】**

各無線チャネルの利用例を示すタイムチャートである。

**【図 1 6】**

各無線チャネルの利用例を示すタイムチャートである。

**【図 1 7】**



従来例の無線局の構成を示すブロック図である。

【符号の説明】

- 10 送受信処理部
- 11 変調器
- 12 無線送信部
- 13 アンテナ
- 14 無線受信部
- 15 復調器
- 16 パケット選択部
- 17 キャリア検出部
- 21 データパケット生成部
- 22 送信バッファ
- 23 送信チャネル選択制御部
- 24 パケット振り分け送信制御部
- 25 パケット順序管理部
- 26 ヘッダ除去部
- 28 データフレーム管理部
- 50 送信局
- 51 畳み込み符号化部
- 52 マッピング処理部
- 53 SDM-COFDM用プリアンブル作成部
- 54 IFFT処理部
- 55 無線送信部
- 56 アンテナ
- 60 受信局
- 61 アンテナ
- 62 無線受信部
- 63 FFT処理部
- 64 伝達係数推定部

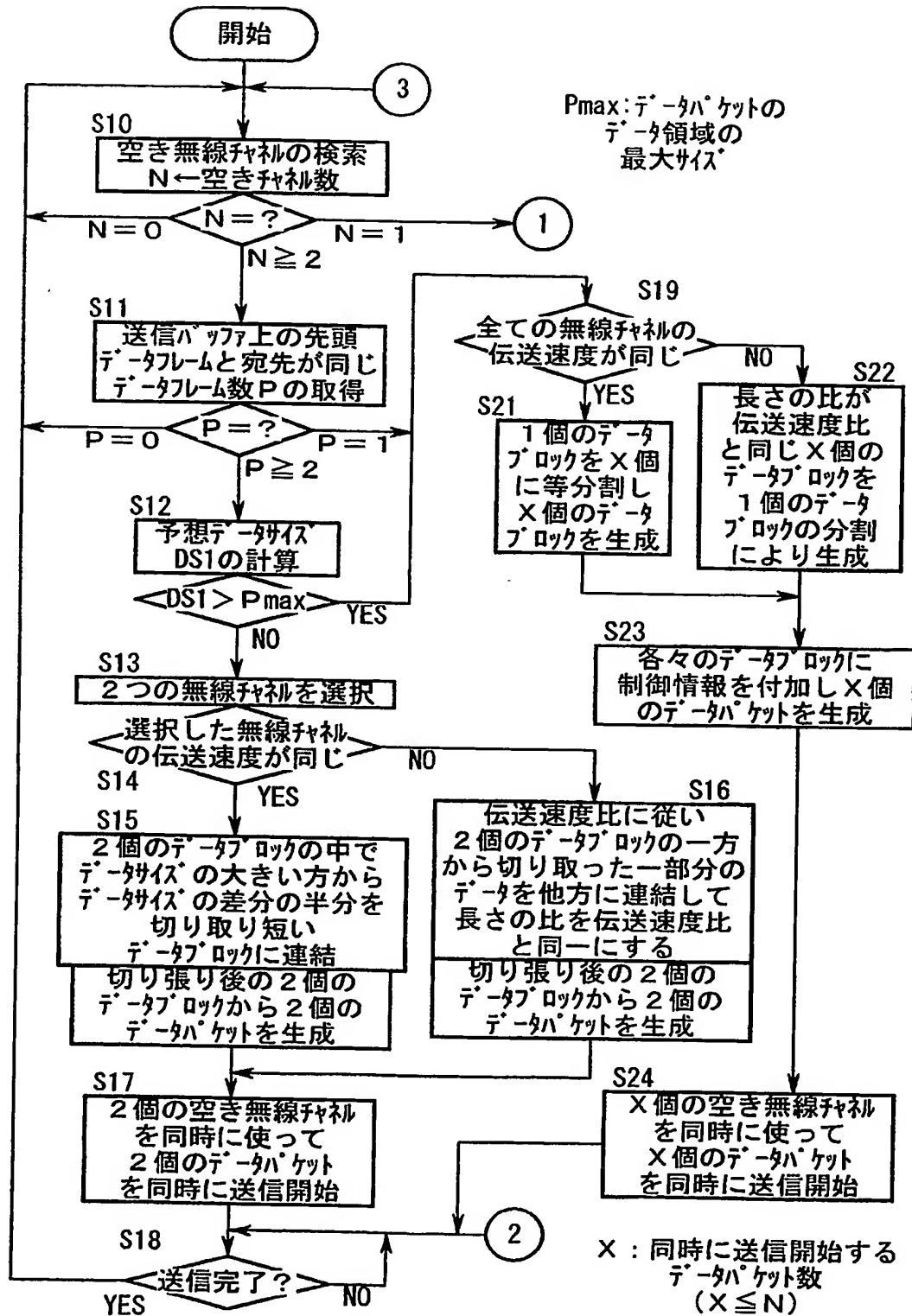
- 6 5 混信補償処理部
- 6 6 重み係数推定部
- 6 7 乗算部
- 6 8 デマッピング処理部
- 6 9 ビタビ復号器

【書類名】

図面

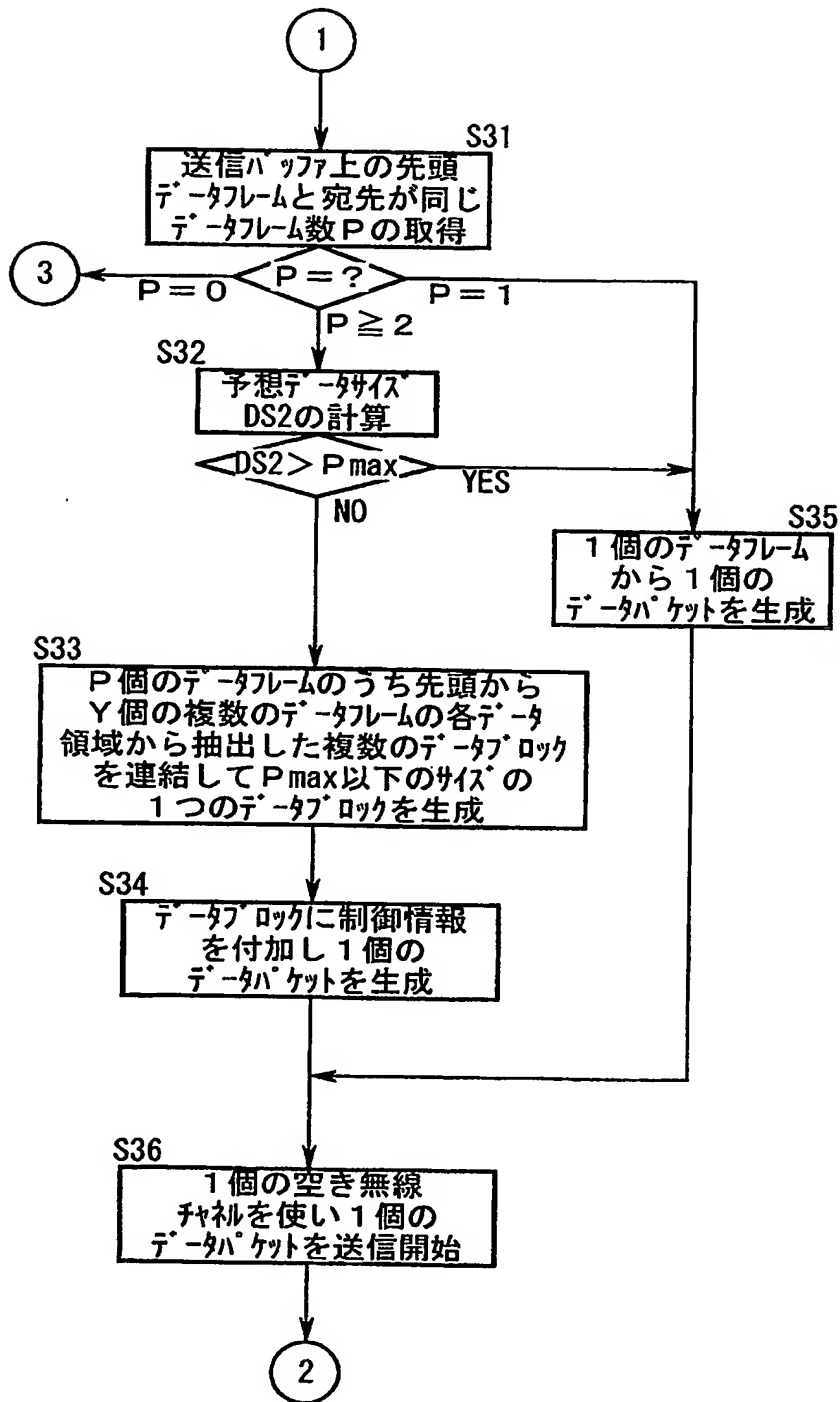
【図 1】

## 送信処理 (1-1)



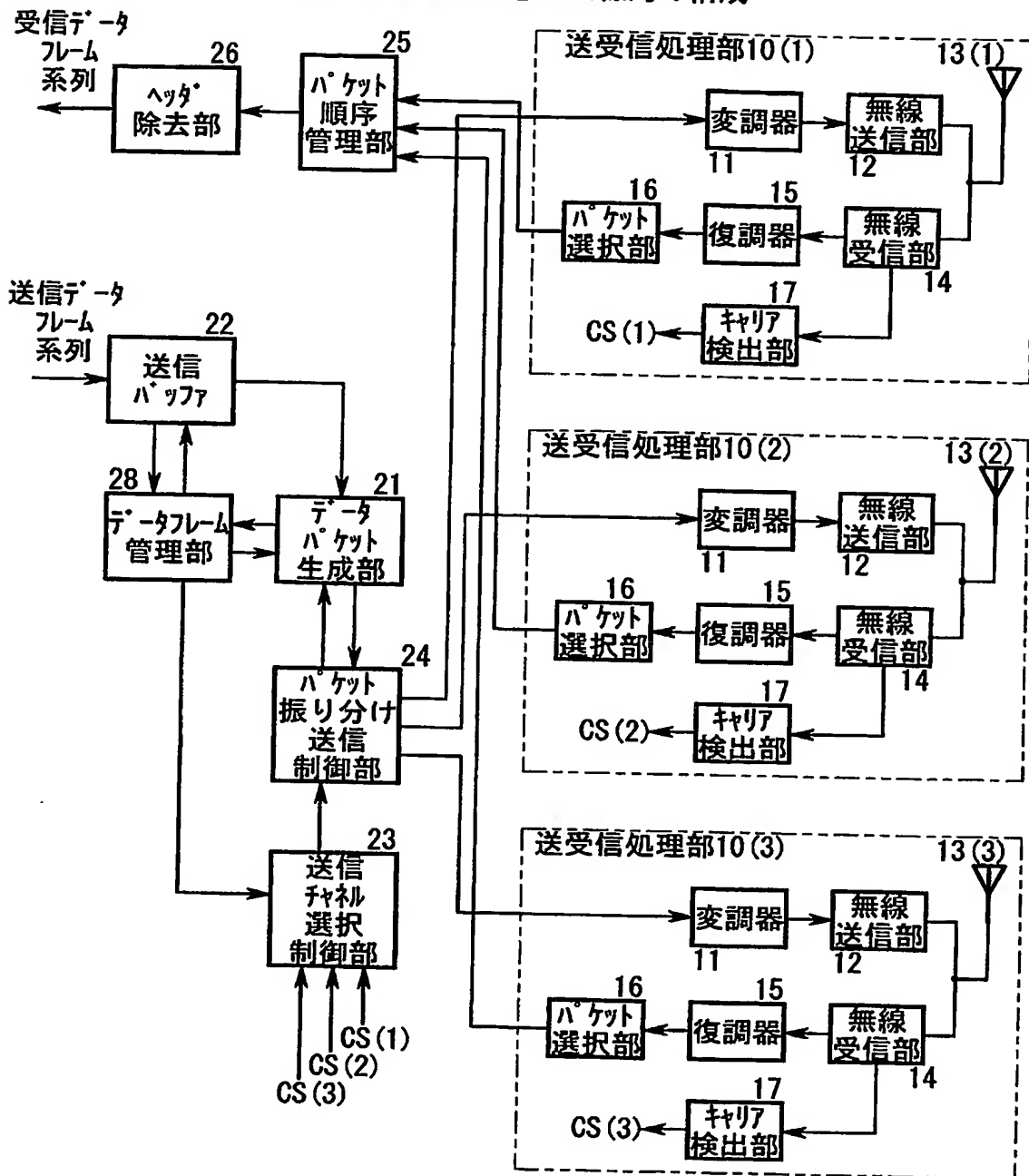
【図 2】

送信処理 (1-2)

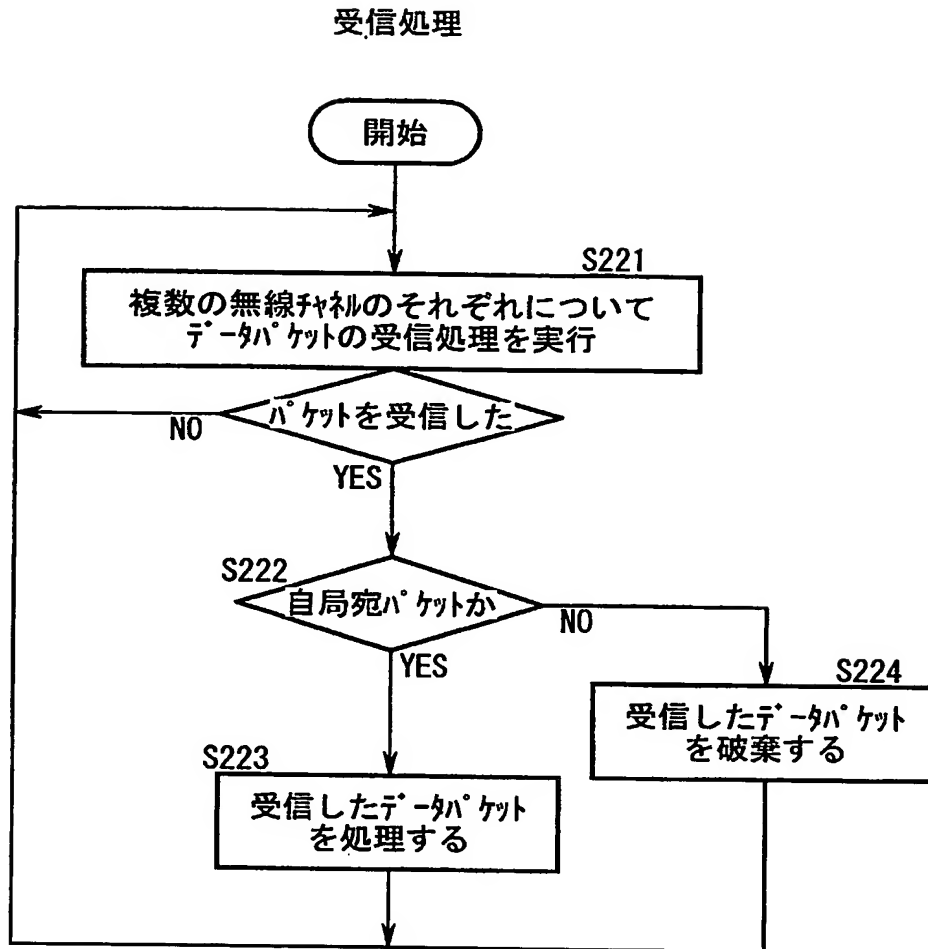


【図 3】

## 第 1 の実施の形態の無線局の構成

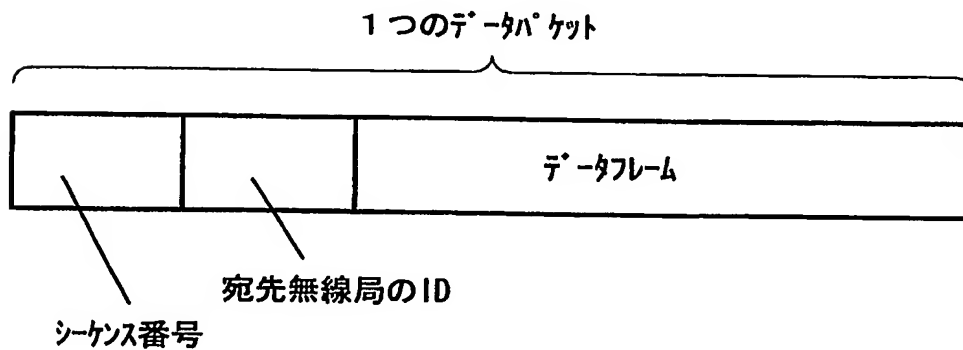


【図 4】



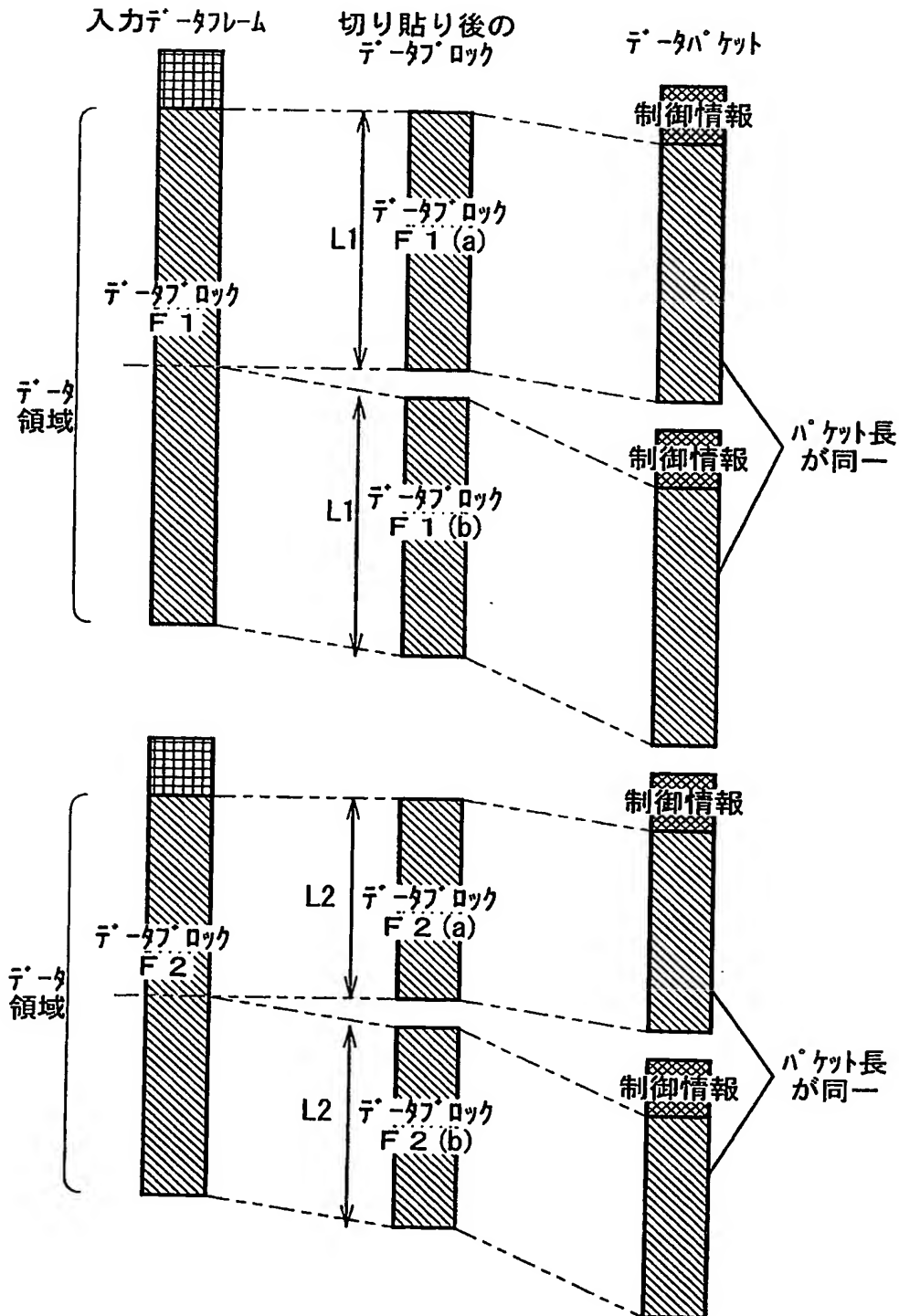
【図 5】

第 1 の実施の形態のデータパケットの構成

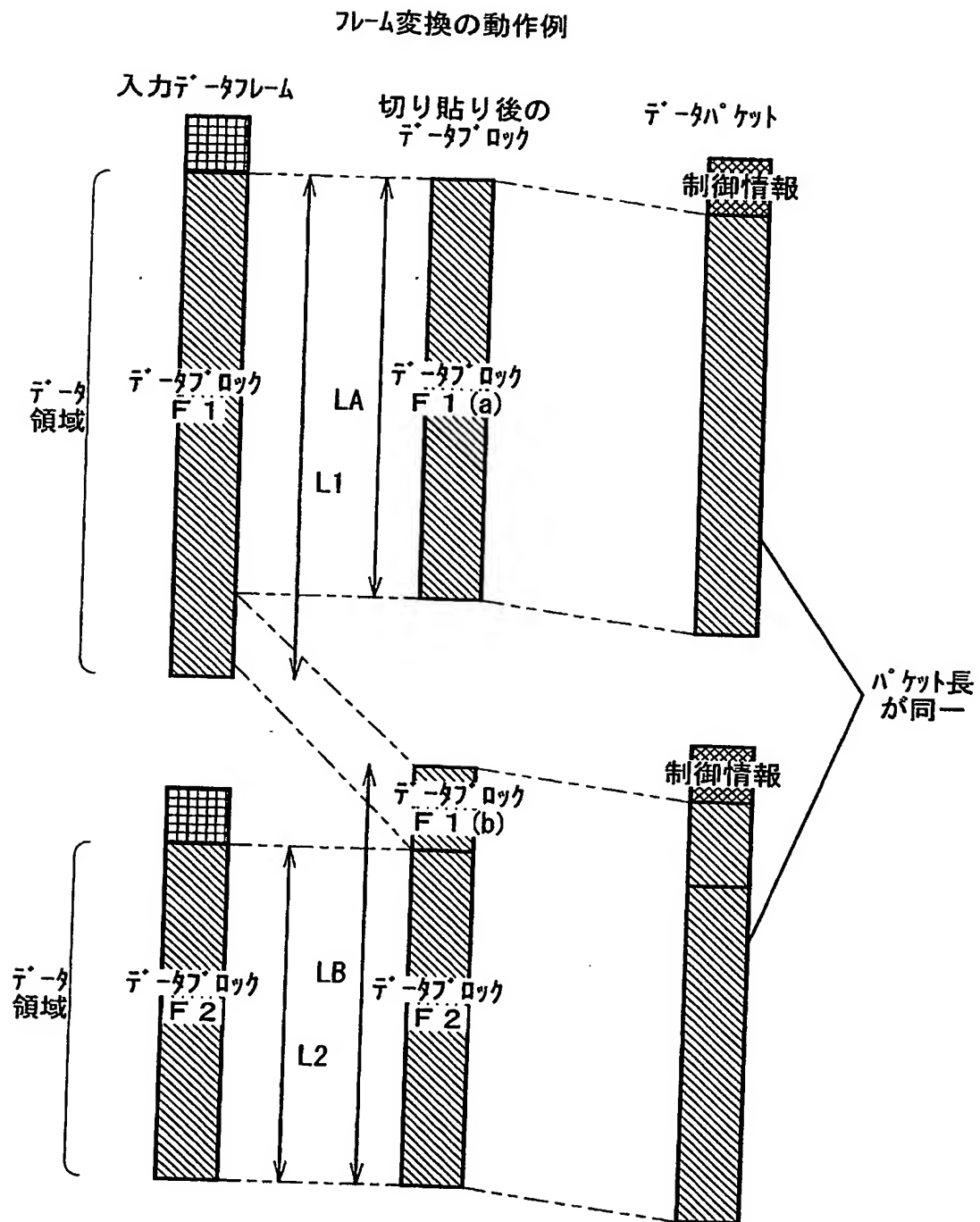


【図 6】

## フレーム変換の動作例



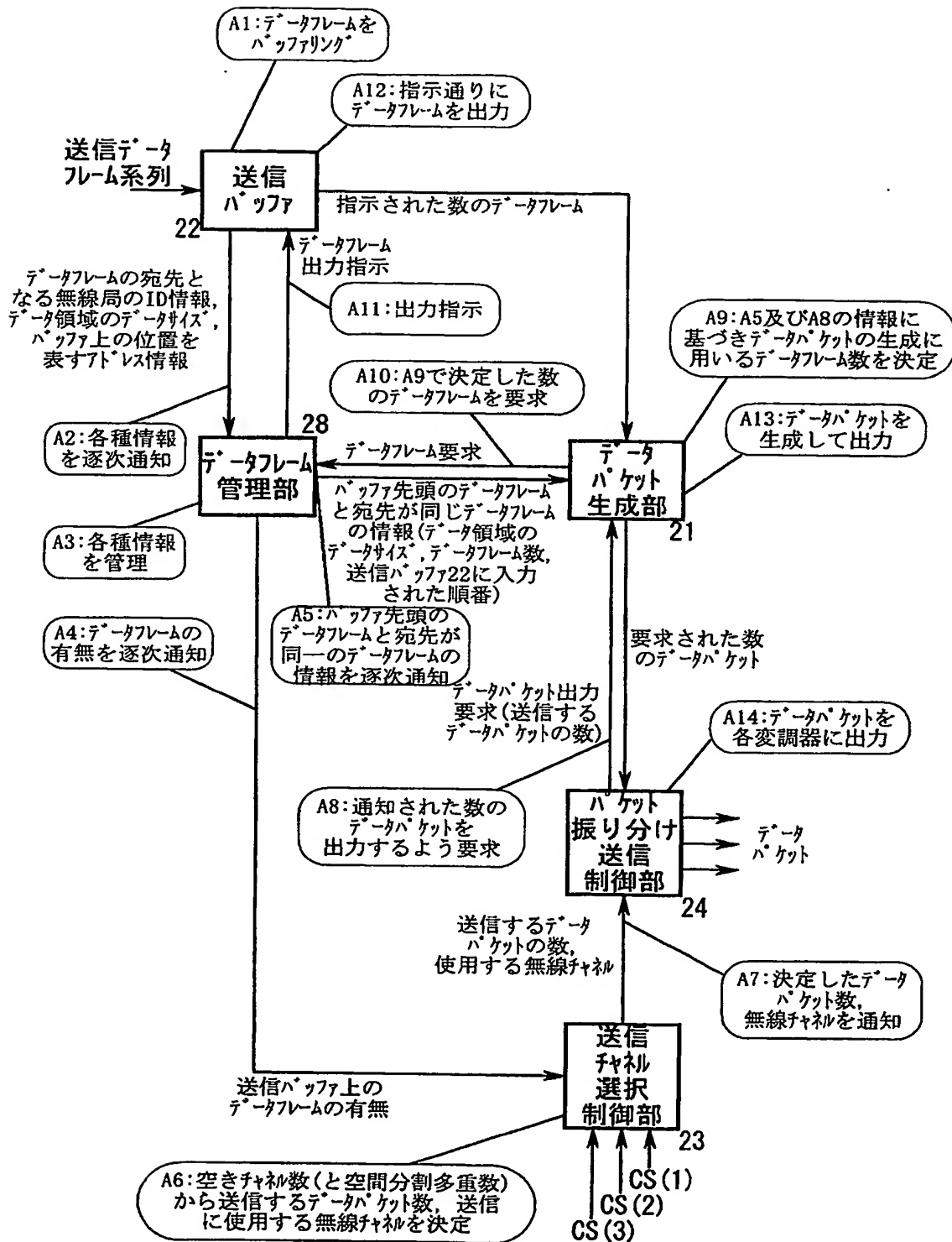
【図 7】





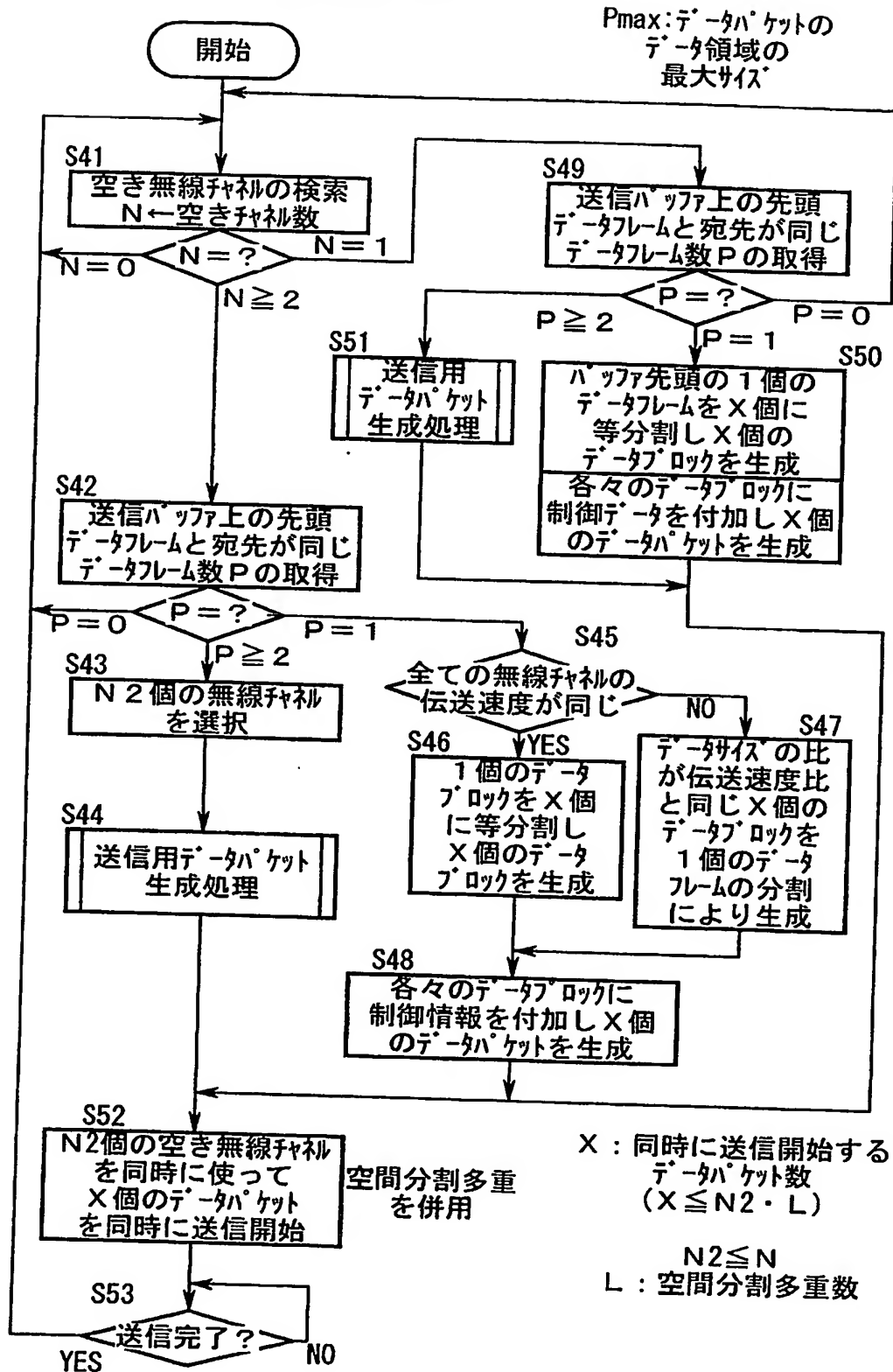
【図 8】

無線局の主要部の動作



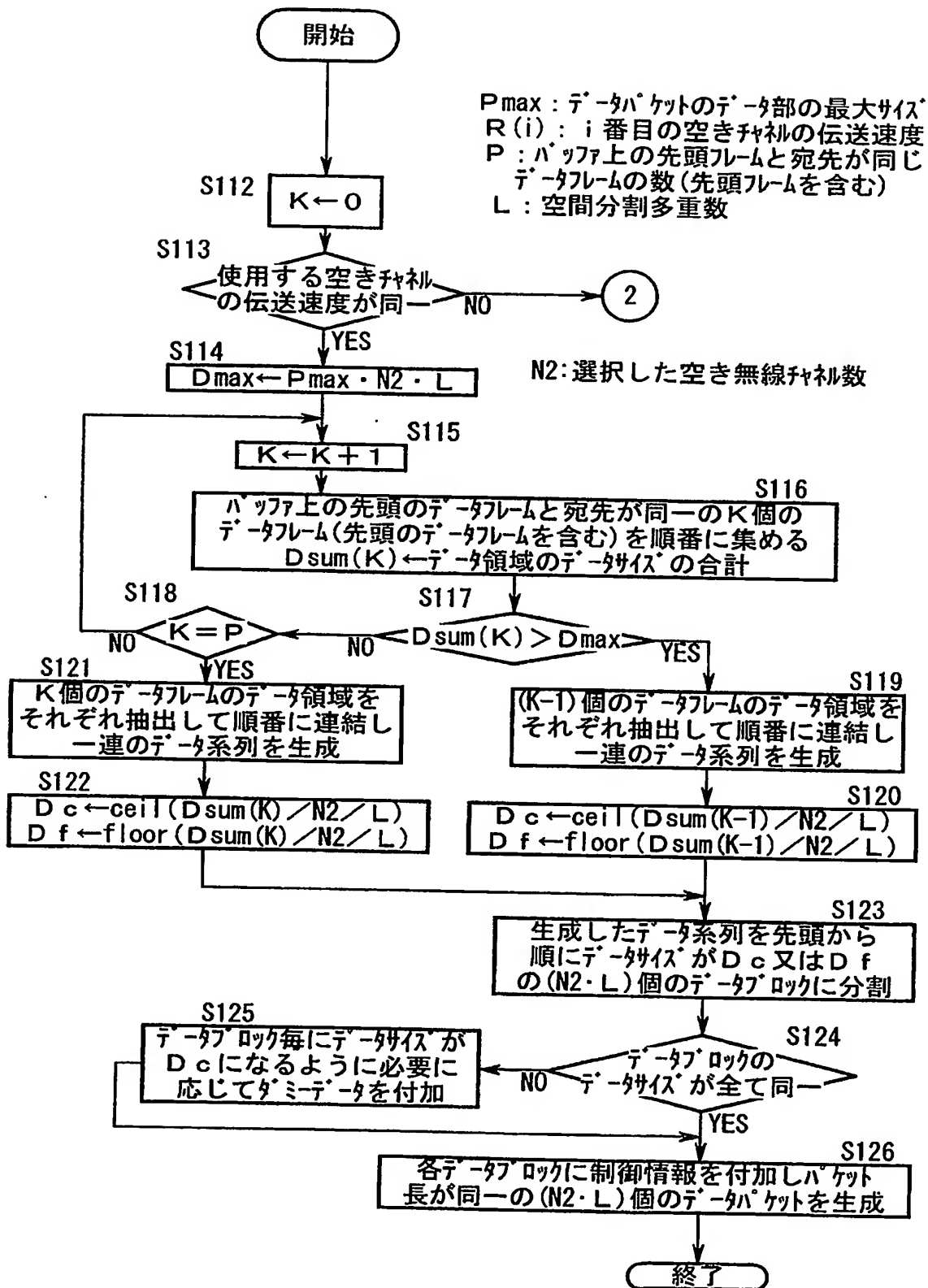
【図 9】

## 送信処理 (2)

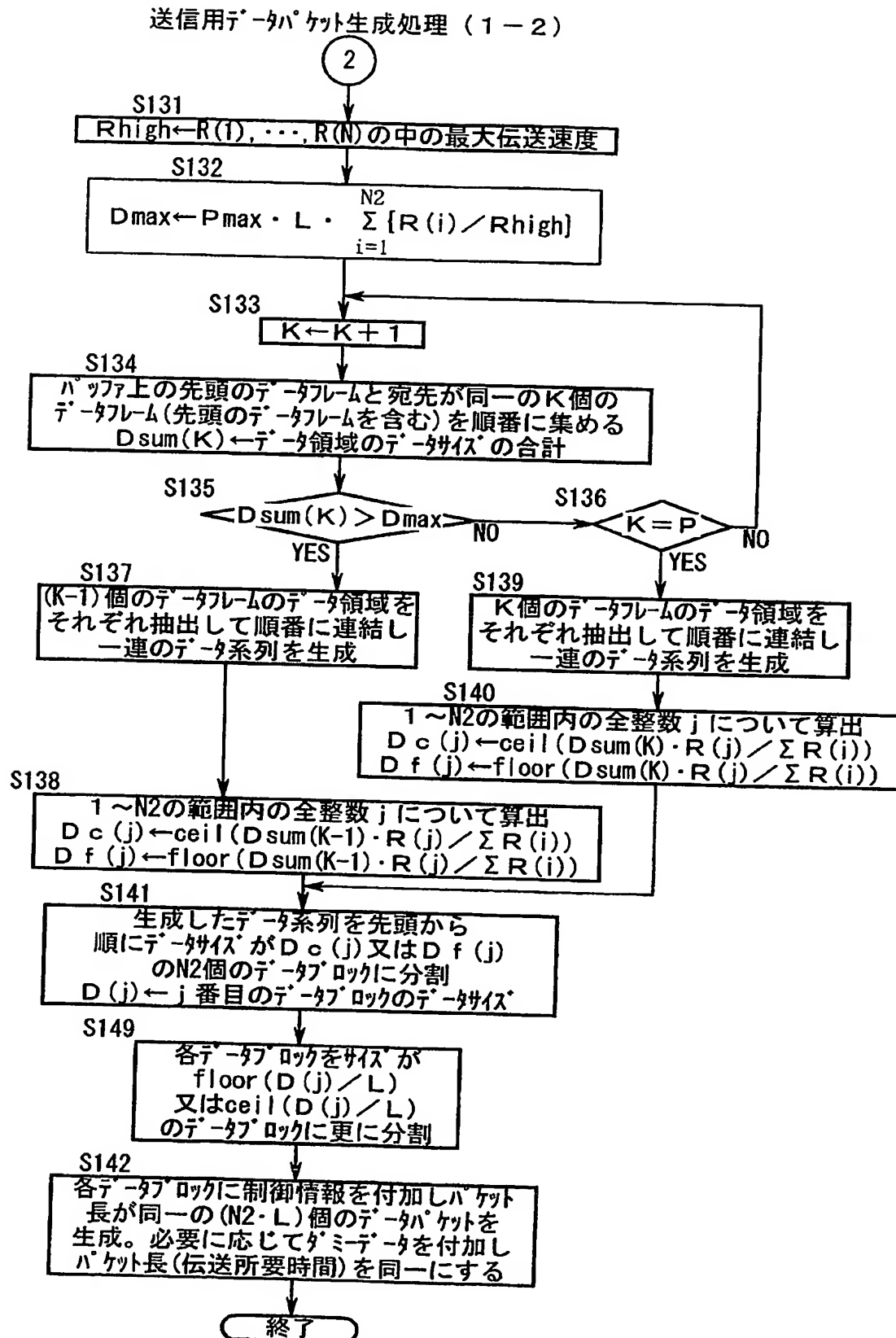


【図 10】

## 送信用データパケット生成処理 (1-1)

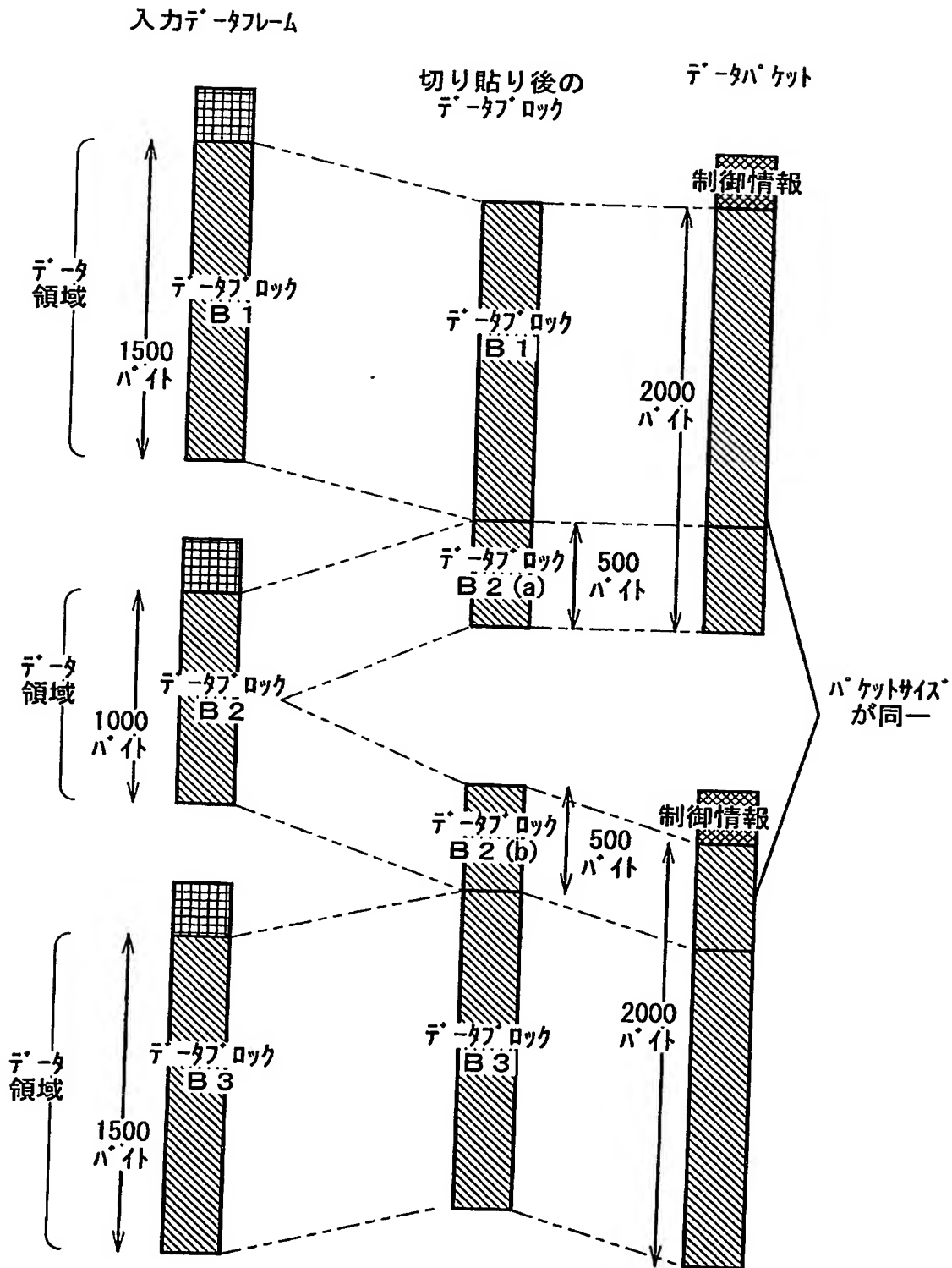


【図 11】



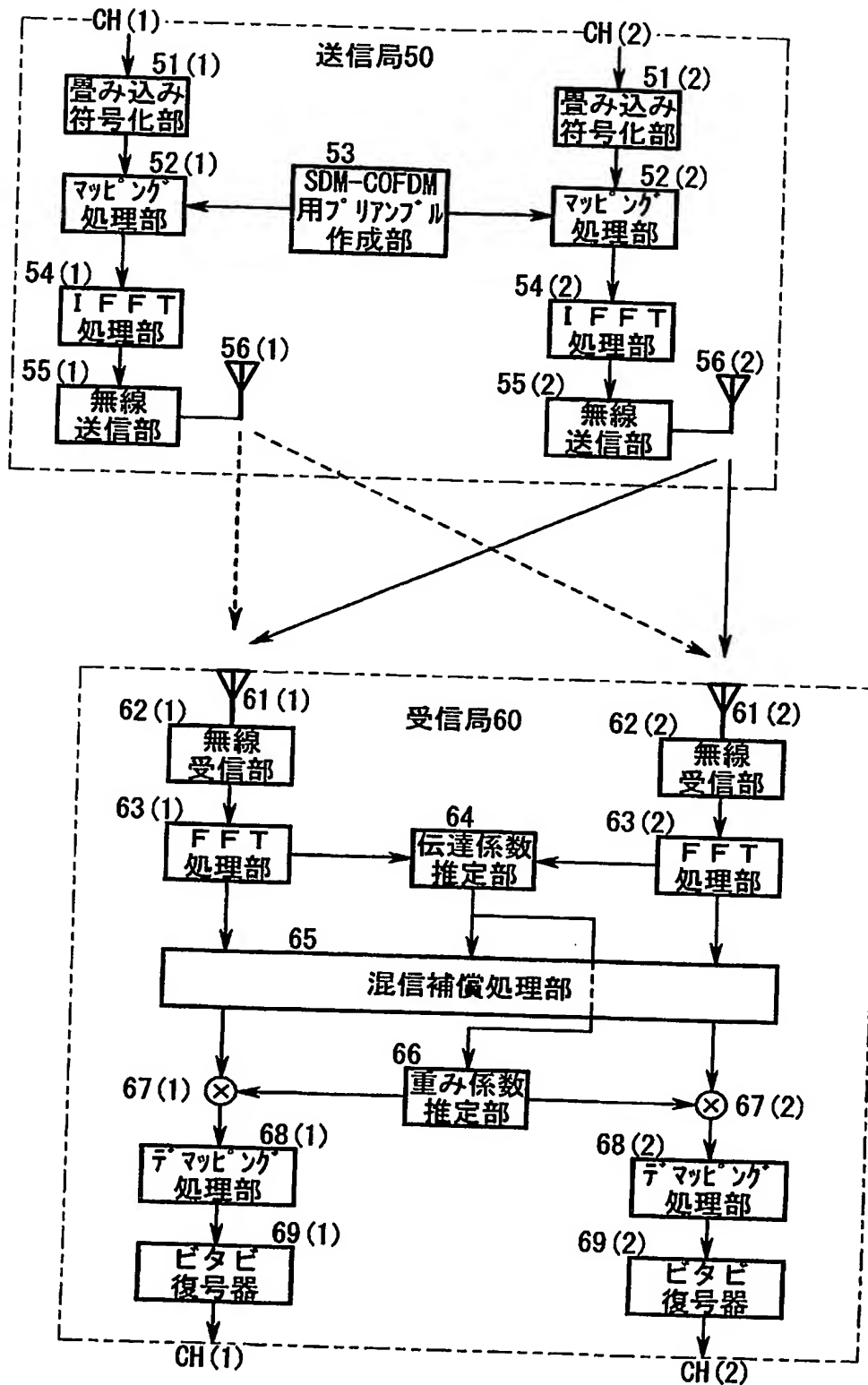
【図 12】

フレーム変換の動作例

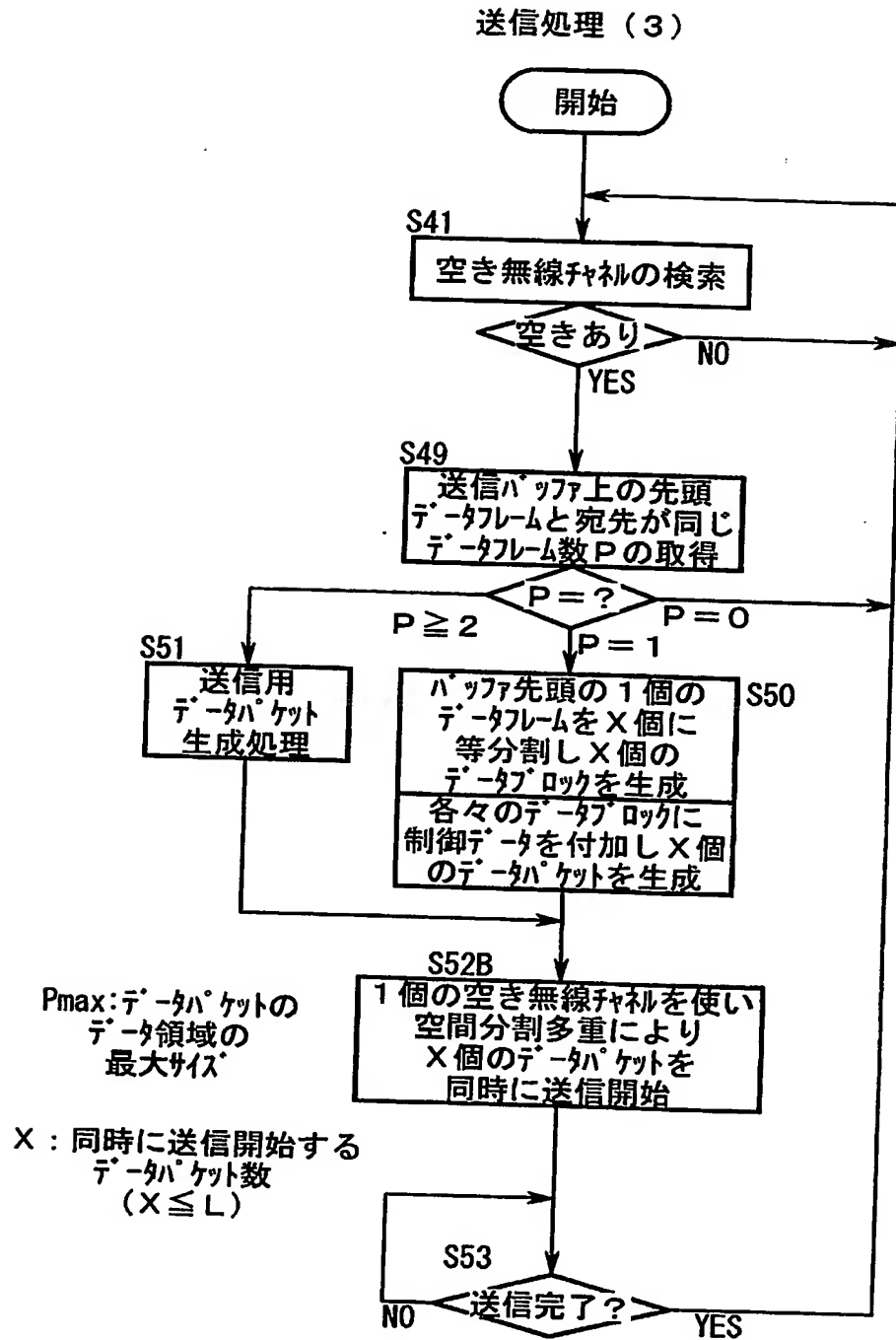


【図 13】

## 空間分割多重を行う通信装置の構成例

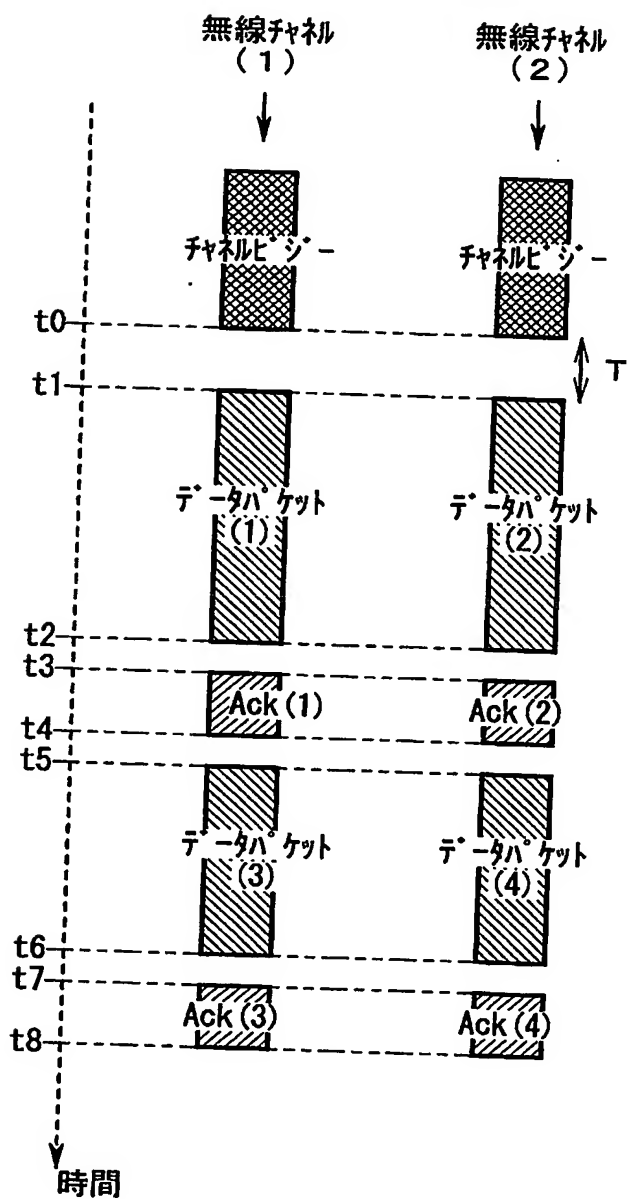


【図 14】



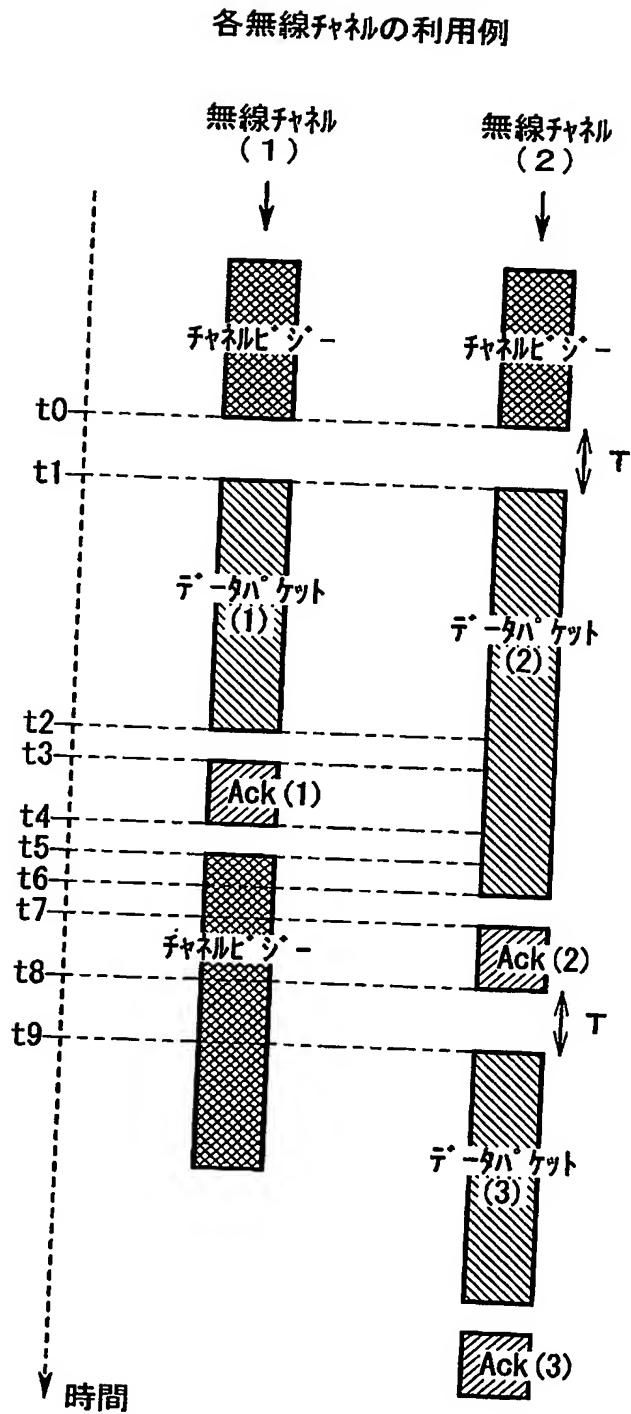
【図 15】

各無線チャネルの利用例



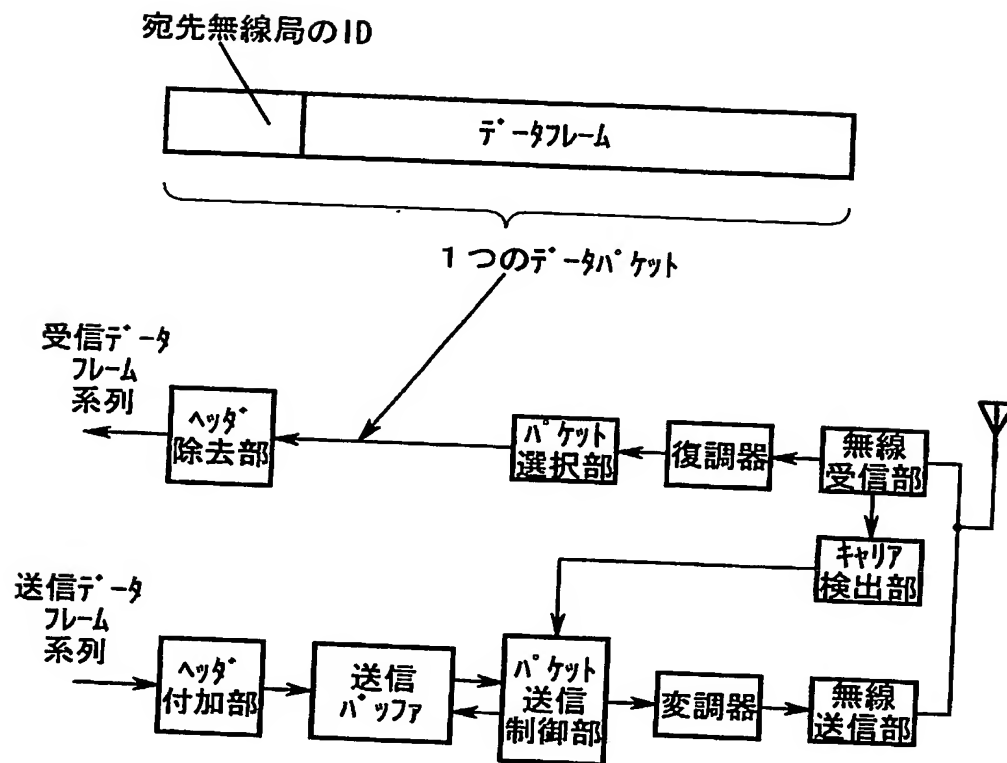


【図16】



【図 17】

従来例の無線局の構成



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 本発明は、複数の信号を同時に送信できる場合に送達確認パケットの受信に失敗する確率を減らし効率的なデータパケットの転送が可能な無線パケット通信方法を提供することを目的とする。

【解決手段】 検出されたデータフレーム数、空き状態の無線チャネル数及びデータフレームのデータサイズの少なくとも1つに基づいて第1送信モード又は第2送信モードを選択し、前記第1送信モードでは入力された1つのデータフレームのデータ領域を分割して形成される複数のデータブロックを用いてパケット長が同等の複数データパケットを生成し、前記第2送信モードでは入力された複数データフレームのデータ領域の少なくとも1つを分割し、分割されたデータフレームの一部分を他のデータフレームと組み合わせてパケット長が同等の複数のデータパケットを生成し、これらのデータパケットを同時に送信開始する。

【選択図】 図1

特願 2003-207699

ページ： 1/E

出願人履歴情報

識別番号

[000004226]

1. 変更年月日  
[変更理由]  
住 所  
氏 名

1999年 7月15日  
住所変更  
東京都千代田区大手町二丁目3番1号  
日本電信電話株式会社